

# DIREITO E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

## PERSPECTIVAS PARA UM FUTURO ECOLOGICAMENTE SUSTENTÁVEL

Organizadores

**Gabriel Wedy**  
**Haide Maria Hupffer**  
**André Rafael Weyermüller**

Autores

Adriano Sbaraine  
Ana Heloisa Milani Coelho  
André Rafael Weyermüller  
Andressa Kerschner  
Camilo Stangherlim Ferraresi  
Cleide Calgaro  
Danielle Paula Martins  
Demétrio Beck da Silva Giannakos  
Flávia Trentini  
Gabriel Wedy  
Gabrielle Bezerra Sales Sarlet  
Haide Maria Hupffer  
Ingo Wolfgang Sarlet  
Isabel Celeste Fonseca  
Isabel Pinheiro de Paula Couto

José Rubens Morato Leite  
Kleber Isaac Silva de Souza  
Laura Eduarda da Silva Barbieri  
Lenio Luiz Streck  
Luã Nogueira Jung  
Micaele de Vasconcelos Correa  
Patrícia Iglecias  
Pedro Agão Seabra Filter  
Priscila Anselmini  
Rafael Pergher de Souza  
Roselaine Carvalho Rocha  
Talissa Truccolo Reato  
Têmis Limberger  
Vanessa Ferrari  
Wilson Engelmann



Este livro é o resultado parcial da pesquisa e das relações interinstitucionais produzidas no âmbito do seguinte projeto de investigação científica:

“INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL: DESAFIOS JURÍDICOS E ÉTICOS”

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq

Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações – MCTI

Processo número 405763/2021-2, Chamada CNPq/MCTI/FNDCT Nº 18/2021 – UNIVERSAL 2021 - Faixa A - Grupos Emergentes



**GABRIEL WEDY  
HAIDE MARIA HUPFFER  
ANDRÉ RAFAEL WEYERMÜLLER  
(ORGANIZADORES)**

**DIREITO E  
INTELIGÊNCIA  
ARTIFICIAL**

**PERSPECTIVAS PARA UM FUTURO  
ECOLOGICAMENTE SUSTENTÁVEL**

CASA LEIRIA  
SÃO LEOPOLDO/RS  
2024

# DIREITO E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL: PERSPECTIVAS PARA UM FUTURO ECOLÓGICAMENTE SUSTENTÁVEL

Organizadores: Gabriel Wedy,  
Haide Maria Hupffer e  
André Rafael Weyermüller.

DOI: <https://doi.org/10.29327/5385477>

Revisão e edição: Casa Leiria.

Os textos são de responsabilidade de seus autores.

Qualquer parte desta publicação pode ser reproduzida, desde que citada a fonte.



## Casa Leiria Conselho Editorial

Ana Carolina Einsfeld Mattos	(UFRGS)
Ana Patrícia Sá Martins	(UEMA)
Antônia Sueli da Silva Gomes Temóteo	(UERN)
Glícia Marili Azevedo de Medeiros Tinoco	(UFRN)
Haide Maria Hupffer	(Feevale)
Isabel Cristina Arendt	(Unisinos)
Isabel Cristina Michelan de Azevedo	(UFS)
José Ivo Follmann	(Unisinos)
Luciana Paulo Gomes	(Unisinos)
Luiz Felipe Barboza Lacerda	(UNICAP)
Márcia Cristina Furtado Ecoten	(Unisinos)
Rosangela Fritsch	(Unisinos)
Tiago Luís Gil	(UnB)

D598 Direito e inteligência artificial: perspectivas para um futuro ecologicamente sustentável [recurso eletrônico] / organização Gabriel Wedy, Haide Maria Hupffer, André Rafael Weyermüller. – São Leopoldo: Casa Leiria, 2024.

Disponível em: <<http://www.guaritadigital.com.br/casaleiria/acervo/direito/direito-e-ia/index.html>>

ISBN 978-85-9509-111-5

A obra é o resultado parcial de pesquisa que integra o projeto de investigação científica em parceria com o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq.

1. Direito – Inteligência artificial. 2. Direito – Inteligência artificial – Sustentabilidade. 3. Inteligência artificial – Sustentabilidade – Desafios éticos e jurídicos. I. Wedy, Gabriel (Org.). II. Hupffer, Haide Maria (Org.). III. Weyermüller, André Rafael (Org.).

CDU 34:004.8

# **DIREITO E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL**

**PERSPECTIVAS PARA UM FUTURO  
ECOLOGICAMENTE SUSTENTÁVEL**

## SUMÁRIO

- 9      Apresentação  
*André Rafael Weyermüller*  
*Gabriel Wedy*  
*Haide Maria Hupffer*
- 13     Inteligência Artificial e aquecimento global  
*Gabriel Wedy*  
*Patrícia Iglecias*
- 35     A utilização da Inteligência Artificial como um instrumento de proteção climática  
*Ingo Wolfgang Sarlet*  
*Pedro Agão Seabra Filter*
- 55     Crítica hermenêutica do Direito e Inteligência Artificial  
*Lenio Luiz Streck*  
*Luã Nogueira Jung*
- 73     O Geodireito e a Inteligência Artificial nas demandas judiciais: o caso da Lagoa da Conceição/SC  
*José Rubens Morato Leite*  
*Kleber Isaac Silva de Souza*  
*Isabel Pinheiro de Paula Couto*
- 97     Inteligência Artificial (IA) e dano ambiental  
*Patrícia Iglecias*  
*Vanessa Ferrari*
- 119    Inteligência Artificial e direito à cidade: as **Smart Cities** como modelo de cidades do futuro ecologicamente sustentáveis  
*Camilo Stangherlim Ferraresi*  
*Isabel Celeste Fonseca*
- 141    Inteligência Artificial para uma agricultura mais sustentável: aplicações e desafios éticos  
*Haide Maria Hupffer*  
*Adriano Sbaraine*  
*Danielle Paula Martins*
- 171    Os Direitos Humanos e fundamentais na sociedade informacional: desafios e perspectivas – um estudo sobre o emprego da Inteligência Artificial na área da saúde  
*Gabrielle Bezerra Sales Sarlet*

- 201 Instrumentos de política pública para a redução de plásticos de uso único em embalagens de alimentos: análise da política europeia e aplicação da inteligência artificial nos processos de reciclagem  
*Flávia Trentini*  
*Ana Heloisa Milani Coelho*
- 231 Inteligência Artificial, desenvolvimento e perspectivas  
*André Rafael Weyermüller*  
*Andressa Kerschner*  
*Laura Eduarda da Silva Barbieri*  
*Rafael Pergher de Souza*
- 251 Desinformação ambiental e negacionismo: cenário infodêmico  
*Wilson Engelmann*  
*Micaele de Vasconcelos Correa*
- 275 A Inteligência Artificial aplicada ao Sistema Judicial Civil Brasileiro e sustentabilidade  
*Têmis Limberger*  
*Demétrio Beck da Silva Giannakos*
- 301 O acesso à justiça contemporâneo e a jurisdição ambiental no Brasil: a necessidade de especialização  
*Talissa Truccolo Reato*  
*Cleide Calgaro*
- 319 A tributação extrafiscal e o desenvolvimento sustentável na era digital  
*Priscila Anselmini*
- 339 Tributação e Inteligência Artificial: a possibilidade de tributar a pegada do carbono da IA baseado na extrafiscalidade  
*Roselaine Carvalho Rocha*
- 359 Sobre os autores
- 367 Índice remissivo





## APRESENTAÇÃO

Complexidade, riscos e incertezas marcam a realidade atual, na qual a velocidade das mudanças e o incremento tecnológico estão integrados na dinâmica da sociedade de maneira inseparável e irreversível. Os desafios são criados no mesmo ritmo, deslocando a segurança para uma área de sombra que necessita receber contornos mais claros e precisos, sobretudo devido às consequências futuras de decisões equivocadas no presente. Inteligência artificial e sustentabilidade figuram como elementos centrais nesse contexto.

A busca por maior conhecimento sobre esse momento único da humanidade implica em privilegiar espaços de debate qualificados que possam resultar em respostas para tantos desafios. É com esse intuito que a presente obra congregou diversos pensadores do Direito para construir um conjunto de conhecimentos qualificados e atualizados sobre dois dos elementos de maior complexidade na atualidade. A inteligência artificial e suas múltiplas aplicações, por si só já representa um desafio para o Direito. Dando um contorno ainda mais aprofundado, o desafio proposto aos autores foi contextualizar a inteligência artificial com outro tema essencial, o da sustentabilidade e todos os seus desdobramentos.

A atenção para com o meio ambiente passou de uma abordagem superficial para uma necessidade urgente de mudança de paradigma frente a problemas ambientais amplos que afetam toda a humanidade, onde as mudanças climáticas se destacam entre tantos outros. Sustentabilidade ganha outro significado a partir de movimentações internacionais em torno de objetivos comuns que interligam situações sociais como pobreza e desigualdade com elementos essenciais como a água e interações sistêmicas como são as mudanças do clima.

O longo e gradativo processo de desenvolvimento tecnológico permitiu alcançar um nível extraordinário de benefícios para a hu-

manidade, com destaque à medicina, agricultura, transportes e informática. A crescente população mundial não teria como se sustentar adequadamente sem todos os avanços acumulados pelo estado da técnica. Certamente nem a humanidade teria chegado ao número atual sem esse grau de inovação. Porém, se de um lado se atingiu um elevado patamar de segurança em relação a tantos aspectos da existência, por outro se criaram passivos que deixaram um rastro civilizatório extremamente complexo de enfrentar e equacionar, além de não beneficiar na mesma proporção todas as nações que possuem recursos diversos e limitações bastante distintas entre si. A essência da sustentabilidade adquire novo significado, na medida em que está relacionada com a própria existência.

A denominada Inteligência Artificial ou “IA” se desenvolve nesse contexto complexo e dinâmico, sendo parte integrante das mais diversas áreas, com múltiplas aplicações e benefícios, mas também riscos conhecidos e os ainda não definidos com clareza, uma sombra a ser iluminada pelo conhecimento.

Inteligência Artificial e sustentabilidade são os dois grandes temas que se interligam nos textos que compõem a obra, perpassando por diversos temas decorrentes dessa ligação, cada um expondo um tema relevante e pertinente com a busca de conhecimentos e respostas aos diversos desafios éticos e jurídicos decorrentes.

As diversas abordagens construídas em torno desses dois temas se iniciam com o texto *Inteligência artificial e aquecimento global*. O segundo texto aborda *A utilização da inteligência artificial como um instrumento de proteção climática*. O terceiro é uma *Crítica hermenêutica do direito e inteligência artificial*. O quarto texto aborda o tema *O geodireito e a inteligência artificial nas demandas judiciais: o caso da Lagoa da Conceição/SC*. No quinto texto, desenvolve-se o tema da *Inteligência artificial e dano ambiental*. O sexto tema é a *Inteligência artificial e direito à cidade: as smart cities como modelo de cidades do futuro ecologicamente sustentáveis*. O sétimo texto aborda a *Inteligência artificial para uma agricultura mais sustentável: Aplicações e desafios éticos*. Nesse primeiro conjunto de pesquisas se tem uma ampla gama de temas com valiosos aprofundamentos teóricos e aplicados.

A obra traz outros temas de igual relevância, abordando no oitavo elemento *Os direitos humanos e fundamentais na sociedade informacional: desafios e perspectivas – um estudo sobre o emprego da inteligência artificial na área da saúde*. O nono ponto avalia os *Instrumentos de política pública para redução do uso de plásticos de uso único em embalagens de alimentos: Análise da política europeia e do uso de inteligência artificial*

*nos processos de reciclagem.* No décimo texto se desenvolve a temática da *Inteligência artificial, desenvolvimento e perspectivas* e no décimo primeiro o tema das *Fake news* ambiental e negacionismo: cenários de disputas infodêmicas. A inteligência artificial aplicada ao sistema judicial civil brasileiro e sustentabilidade é o décimo segundo tema abordado. O décimo terceiro texto aborda *O acesso à justiça contemporâneo e a jurisdição ambiental no Brasil: a necessidade de especialização.* Por fim, o décimo quarto e décimo quinto texto abordam os temas da *A tributação extrafiscal e o desenvolvimento sustentável na era digital* e *A Tributação e Inteligência Artificial: a possibilidade de tributar a pegada do carbono da IA baseado na extrafiscalidade.*

O amplo espectro de temáticas abordadas nos capítulos reforça a importância e o alcance da obra conjunta para o esclarecimento e aprofundamento dos dois temas centrais dos quais se desdobram diversos outros mais específicos que revelam o quanto o tema central é abrangente e ramificado em diversas áreas, como questões climáticas, danos, direitos fundamentais, negacionismo, tributação, justiça, cidades, geodireito, saúde, alimentos, agricultura, hermenêutica. Uma variedade extensa de repercussões em áreas diferentes do Direito.

A obra é o resultado parcial da pesquisa e das relações interinstitucionais produzidas no âmbito do seguinte projeto de investigação científica intitulado *Inteligência artificial para um futuro sustentável: desafios jurídicos e éticos*, com fomento do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), no âmbito do Processo número 405763/2021-2, Chamada CNPq/MCTI/FNDCT N.º 18/2021 – Universal 2021 – Faixa A – Grupos Emergentes. Assim, a obra é um instrumento de divulgação da pesquisa com o devido reconhecimento de sua relevância por meio de financiamento público.

Em nome dos organizadores destaca-se a qualidade dos autores dos capítulos, os quais integram importantes redes de pesquisa e de produção científica na área do Direito. Trata-se de temas que são objeto de pesquisas e discussões aprofundadas realizadas por grupos de estudos que congregam acadêmicos, mestres e doutores, docentes e discentes, todos imbuídos na repercussão de suas pesquisas na sociedade, onde elas podem provocar mudanças positivas.

Depois de muito trabalho e dedicação de todos os envolvidos, organizadores e autores fazem essa entrega para a sociedade que pode acessar gratuitamente um extrato importante de conhecimento, esperando despertar interesse de estudiosos do Direito e curiosidade em todos aqueles que desejam saber mais sobre a realidade

na qual estão inseridos. Que o interesse e a curiosidade pelo saber possam ser despertados pelo livro e que novas pesquisas e novos livros sejam produzidos como resultante do impacto que se espera produzir nos leitores.

*André Rafael Weyermüller*

*Gabriel Wedy*

*Haide Maria Hupffer*

## INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E AQUECIMENTO GLOBAL

Gabriel Wedy<sup>1</sup>  
Patrícia Iglecias<sup>2</sup>

### INTRODUÇÃO

Na primeira metade do século XX, a ficção científica tornou conhecido ao mundo o conceito de robôs artificialmente inteligentes. Na década de 1950, já havia uma geração de cientistas, matemáticos e filósofos que tinham assimilado culturalmente o conceito de inteligência artificial (ou IA).

Alan Turing foi quem explorou pioneiramente a inteligência artificial e sugeriu que as máquinas poderiam utilizar as informações disponíveis armazenadas para resolver problemas complexos e para tomar decisões como os seres humanos. Precisamente, no ano de 1950, concluiu a célebre pesquisa *Computing Machinery and Intelligence* com o objetivo de elaborar procedimentos para a construção de máquinas inteligentes e de meios para avaliar a inteligência das mesmas (Turing; Copeland, 2004).

Na época, aqueles grandes e pesados computadores, não tinham a função de guardar comandos, mas podiam executá-los, ou

---

1 Juiz Federal, membro do grupo de trabalho “Observatório do Meio Ambiente e das Mudanças Climáticas”, do CNJ, Professor do PPG em Direito da Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Pós-doutor, Doutor e Mestre em Direito, Visiting Scholar pela Columbia Law School e pela Universität Heidelberg, integrante da IUCN World Commission on Environmental Law (WCEL), Vice-Presidente do Instituto O Direito por um Planeta Verde e Ex-Presidente da Associação dos Juízes Federais do Brasil (Ajufe).

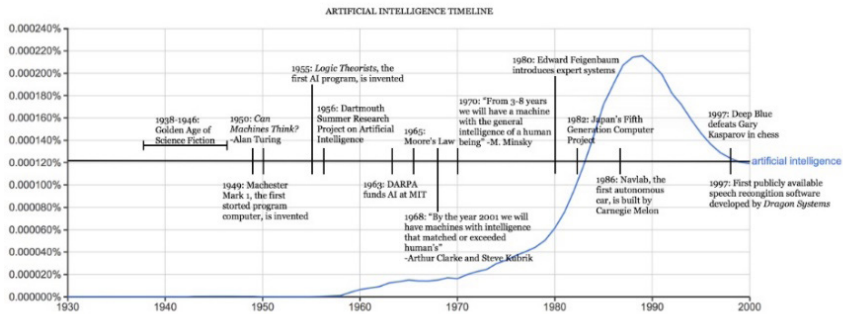
2 Livre-Docente, Doutora e Mestre em Direito pela Faculdade de Direito da Universidade São Paulo (USP). Professora e Superintendente de Gestão Ambiental da USP; Presidente do Instituto o Direito por um Planeta Verde; Sócia de Wald Advogados; foi Secretária do Meio Ambiente de São Paulo e Presidente da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

seja, eles tinham a capacidade de receber informações sobre o que fazer, mas não possuíam memória sobre o que haviam feito. O aluguel de um computador era proibitivo pelo alto custo. Apenas ricas Universidades podiam alugar um computador ao custo de duzentos mil dólares mensais, e mesmo assim necessitavam de financiamentos estatais (Smith *et al.*, 2006).

Posteriormente, Allen Newell, Cliff Shaw e Herbert Simon iniciaram o programa *Teórico da Lógica*, consistente na imitação das capacidades humanas para a resolução de problemas. Este foi o primeiro programa de inteligência artificial, de fato, apresentado à comunidade científica no *Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence (DSRP AI)*, organizado por John McCarthy e Marvin Minsky, em 1956. Foi nesta conferência que McCarthy cunhou o termo IA e, também, restou demonstrado que esta poderia ser desenvolvida (Smith *et al.*, 2006).

Houve notório desenvolvimento da IA entre os anos de 1957 a 1974. No período, os computadores foram aperfeiçoados pelo homem e, para além de adquirir a capacidade de memória, tornaram-se mais rápidos e baratos. Ficaram acessíveis aos cientistas e pesquisadores. Os algoritmos de aprendizagem das máquinas também melhoraram e as pessoas já podiam identificar com maior grau de certeza qual o algoritmo que deveria ser aplicado ao seu problema.

Experiências de IA como *Newell e Simon's General Problem Solver* e *Joseph Weizenbaum's ELIZA* demonstraram que era possível para as máquinas resolver problemas e interpretar a língua falada. Estes pequenos avanços convenceram e estimularam as agências governamentais norte-americanas, como a *Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA)*, a financiar o desenvolvimento da IA em várias instituições. No entanto, nos anos 1970, ainda era evidente o longo caminho a ser percorrido pela IA até que pudessem ser alcançados os objetivos do processamento da linguagem natural, do pensamento abstrato, e do autorreconhecimento. A seguir é possível observar, apenas para fins ilustrativos, a *timeline* da IA (Lufkin, 2017):



Na década de 1980, os cientistas da IA expandiram o conjunto de ferramentas algorítmicas e receberam substancial aumento de fundos para pesquisa e desenvolvimento da mesma. John Hopfield e David Rumelhart popularizaram técnicas de aprendizagem profunda que permitiram aos computadores aprender utilizando a experiência. Por outro lado, Edward Feigenbaum introduziu sistemas que imitavam o processo de tomada de decisão de *experts* humanos. Os sistemas de *experts* foram amplamente utilizados nas indústrias. O governo japonês, por exemplo, financiou sistemas de *experts* e outros empreendimentos relacionados com a IA como parte do seu *Projeto de Computadores de Quinta Geração (FGCP)*. De 1982 a 1990, os japoneses investiram 400 milhões de dólares com os objetivos de revolucionar o processamento informático, implementar a programação lógica e melhorar a inteligência artificial (Turing; Copeland, 2004).

Durante as décadas de 1990 e de 2000, muitos dos objetivos fundamentais da inteligência artificial foram alcançados. Em 1997, de modo surpreendente, o campeão mundial de xadrez Gary Kasparov foi derrotado pelo *Deep Blue* da IBM, um programa informático de jogo de xadrez. No mesmo ano, o *software* de reconhecimento da fala, desenvolvido pela Dragon Systems, foi implementado no *Windows*. Mesmo período em que foi criado por Cynthia Breazeal, Kismet, um robô apto a reconhecer e exibir emoções.

A conhecida *Lei de Moore*, por sinal, parece estar correta, pois a memória e a velocidade dos computadores duplicam todos os anos. Para além da capacidade das máquinas, essa inequivocamente é a era dos grandes dados, da imensa quantidade de informações, na maioria das vezes pesados demais para um ser humano processar. Não se pode ignorar que a ciência da computação, a matemática, a neurociência, entre outras, servem como potenciais instrumentos

para que a própria *Lei de Moore* seja superada (Lufkin, 2017), já que não se trata de uma panaceia.

A aplicação da inteligência artificial a este respeito mostrou avanços em vários setores industriais, tais como, entre outros(as), na tecnologia, no sistema bancário, no marketing, na medicina, no direito, no cinema e no entretenimento. Ainda que os algoritmos não melhorem muito, é perceptível que os grandes dados e a computação maciça permitem que a inteligência artificial aprenda por meio da repetição (Warwick, 2016).

No atual cenário, em que o mundo enfrenta uma tripla crise planetária: a- da mudança climática; b- da perda da biodiversidade; c- e, do desperdício, é que a IA precisa ser avaliada dentro de uma perspectiva de um desenvolvimento ecologicamente sustentável.<sup>3</sup>

Há mais dados climáticos disponíveis do que nunca, mas a forma como esses dados são acessados, operados e interpretados é crucial para gerir tais crises.<sup>4</sup> Sistemas e máquinas, que executam tarefas que tipicamente requerem inteligência humana, podem melhorar de modo iterativo pelo seu uso constante.

## IA E O PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O AMBIENTE

David Jensen, coordenador do subprograma de Transformação Digital do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), destaca várias áreas onde a IA pode desempenhar um papel na abordagem dos desafios ambientais, desde a concepção de prédios sustentáveis do ponto de vista energético até o monitoramento do desmatamento, passando pela otimização do uso das energias eólica, solar, marítima, biomassa entre outras fontes renováveis.<sup>5</sup> Tudo isso por ocorrer em uma escala ampliada que permite uma avaliação por satélite das emissões globais de gases de efeito estufa em uma análise macro, ou, em atividades mais pontuais e comezinhas, como o apagar

---

3 No sentido de um desenvolvimento ecologicamente sustentável, ver: FOLADORI, Guillermo. **Los Límites Del Desarrollo Sustentable**. Montevideo: Ediciones de la Banda Oriental / Revista Trabajo y Capital, 1999.

4 Sobre o tema inteligência artificial e direito, ver: FREITAS, Juarez; FREITAS, Thomas. **Inteligência Artificial e Direito**: em defesa do humano. Belo Horizonte: Editora Fórum, 2020.

5 Para um enfoque jurídico do tema, ver: GERRARD, Michael. **The Law of Clean Energy**. Efficiency and Renewables. New York: American Bar Association, 2011.



automático das luzes, das calefações e dos aparelhos de ar condicionado nos prédios inteligentes, após certos limites de consumo.<sup>6</sup>

O PNUMA criou recentemente uma Sala de Situação Ambiental Mundial (SSAM), que consiste numa plataforma digital que aproveita as capacidades da IA para analisar conjuntos de dados complexos e multifacetados. Apoiada por um consórcio de parceiros, a SSAM recolhe, agrega e dá visibilidade para os melhores dados disponíveis referentes ao planeta, com a utilização de sensores para informar análises em tempo real e previsões futuras sobre múltiplos fatores, incluindo a concentração atmosférica de gases de efeito estufa, alterações nas geleiras e o aumento do nível dos oceanos.

A SSAM está sendo desenvolvida como uma plataforma de utilização democrática, que aproveita dados de escritórios governamentais, das salas de aulas (de universidades), dos parlamentos e das salas de reunião de empresas. O objetivo é a obtenção de dados precisos, fidedignos e independentes para informar decisões e promover a transparência. A SSAM, aos poucos, torna-se um centro de controle de emissões para o planeta Terra, em que todos os indicadores ambientais vitais podem ser monitorados facilitando a organização das ações e das políticas públicas em defesa do meio ambiente.

Uma das iniciativas lideradas pelo PNUMA, dentro do ecossistema digital SSAM, é o Observatório Internacional das Emissões de Metano (OIEM), que se vale da IA para o monitoramento e uma abordagem de mitigação das emissões de metano. A plataforma funciona como uma base de dados pública global de emissões verificadas empiricamente. A IA é direcionada para interligar a ciência, a transparência e a política, com a finalidade de informar decisões orientadas por dados. A tecnologia do OIEM permite recolher e integrar fluxos de dados de emissões para estabelecer um registro público global de emissões de metano (UNEP, 2022).

Outra iniciativa de monitoramento ambiental que o PNUMA cofundou, em parceria com a *IQAir*, é a plataforma de monitoramento da poluição atmosférica GEMS. A *IQAir* agrega dados de mais de 25.000 estações de monitoramento da qualidade do ar em mais de 140 países e utiliza a IA para oferecer conhecimentos sobre o impacto da

6 Em relação ao emprego da inteligência artificial para a tutela do meio ambiente e administração da crise climática, ver: HARPOR, Desmond. **Artificial Intelligence for Environmental Conservation: Tackling Climate Change**. New York: Independently published, 2021; EASTERBROOK, Steve. **Computing the Climate: How We Know What We Know About Climate Change**. Cambridge: Cambridge University Press, 2023; VUPPALAPATI, Chandrasekar. **Specialty Crops for Climate Change Adaptation: Strategies for Enhanced Food Security by Using Machine Learning and Artificial Intelligence**. Heidelberg: Springer, 2023.

qualidade do ar em tempo real sobre as populações e ajuda a orientar políticas públicas de proteção da saúde humana (UNEP, 2022).

A IA pode também calcular as pegadas ambientais e climáticas dos produtos, em todos os seus ciclos de vida e cadeias de fornecimento e assim permitir às empresas e aos consumidores tomarem as decisões mais informadas e eficientes possíveis.

Embora os dados e a IA sejam necessários para um melhor controle ambiental, existe um custo ambiental para o processamento dos dados que precisa ser considerado e não pode ser ignorado. O setor das TIC gera entre 3% e 4% de emissões de gases de efeito estufa e os centros de dados utilizam grandes volumes de água para arrefecimento. O Plano de Ação CODES para um *Planeta Sustentável na Era Digital*, uma das iniciativas derivadas do Roteiro para a Cooperação Digital do Secretário-Geral da ONU, tem como objetivo solucionar justamente os problemas gerados por tal externalidade negativa (UNEP, 2022).

O lixo eletrônico é outro passivo ambiental importante, apenas 17,4% são reciclados e eliminados de uma forma ambientalmente correta. Os resíduos eletrônicos, de acordo com o relatório da ONU Global *E-waste Monitor*, deverão atingir quase 75 milhões de toneladas métricas até 2030 (UNEP, 2022). Pesquisa do PNUMA constata que para evitar esses resíduos, os consumidores devem reduzir o consumo, reciclar os bens eletrônicos e reparar os que podem ser ainda utilizados.

O PNUMA, por sinal, desenvolveu um roteiro de soluções para seis setores: a- Energia; b- Indústria; c- Agricultura e Alimentação; d- Florestas e Uso da Terra; e- Transportes; f- Edifícios e Cidades, com a finalidade de reduzir as emissões entre estes, em conformidade com os compromissos assumidos no Acordo de Paris (UNEP, 2022).

## IA, MITIGAÇÃO E ADAPTAÇÃO CLIMÁTICA

Apesar dos esforços de mitigação do clima para manter o aquecimento global abaixo de 1,5°C, muitos peritos esperam que o mundo aqueça 3,5°C até à virada do próximo século, o que vai ocasionar o aumento das catástrofes e dos desastres climáticos,<sup>7</sup>

---

7 Sobre instrumentos jurídicos aptos a impedir ou reduzir os efeitos dos desastres climáticos, ver: SAMUEL, Katja L. H.; ARONSON-STORRIER, Marie; BOOKMILLER, Kirsten Nakjavani. **The Cambridge Handbook of Disaster Risk Reduction and International Law**. Cambridge: Cambridge University Press, 2019.

com graves implicações humanas, sociais, ambientais, políticas e econômicas.<sup>8</sup>

A adaptação climática em escala e a mitigação das emissões de gases de efeito estufa são essenciais. A capacidade de adaptação aos eventos climáticos extremos, com a utilização de percepções climáticas acionáveis igualmente é fundamental para bem informar as decisões dos *players* públicos e privados. O uso da IA para as suas capacidades de estabelecer modelos climáticos precisa ser aprimorado. Pode-se observar, igualmente, maior inovação na IA centrada na mitigação climática, tal como o emprego desta para medir e reduzir as emissões. Esta inovação tem de ser aproveitada e desenvolvida para acelerar o uso desta tecnologia na obtenção de maiores conhecimentos sobre o clima.

Isso significa que os governos e as empresas devem repensar radicalmente a sua abordagem à adaptação ao clima. A IA, igualmente, pode ser utilizada para construir a resiliência climática. Entre 3,3 e 3,6 bilhões de pessoas no globo vivem em zonas onde já ocorreram ou vão ocorrer um aumento significativo de catástrofes naturais e é provável que estes eventos extremos aumentem à medida que a crise climática se exacerbe (UNEP, 2022). Os desastres climáticos dos últimos anos, tais como secas, furacões, incêndios e inundações, deixam claro que a adaptação da sociedade aos riscos e perigos das alterações climáticas é uma difícil tarefa.

O uso da IA, em uma civilização marcada pela alta complexidade tecnológica, científica, social, política e econômica, certamente é importante em virtude da sua capacidade de reunir, completar e analisar grandes conjuntos de dados. Pode ser aproveitada, por exemplo, para sistemas de alerta precoce e de modelação preditiva no longo prazo de eventos climáticos locais, capacitando os *players* a adotar uma abordagem orientada para os dados sobre a adaptação ao clima mais quente. A *Destination Earth*, liderada pela Agência Espacial Europeia, por exemplo, visa criar um modelo da Terra baseado na IA para monitorar e prever a interação entre fenômenos climáticos (como as secas) e as atividades humanas.

A IA pode ser utilizada para previsão e prevenção de incêndios florestais. Ela permite o mapeamento interativo de áreas de alto risco e pode acompanhar o desenvolvimento do fogo em tempo real através de algoritmos, informando a melhor afetação de recursos e

8 Em relação as externalidades negativas das emissões de gases de efeito estufa, dentro de uma abordagem jurídica, ver: GERRARD, Michael; BURGER, Michael; FREEMAN, Jody. **Global Climate Change and U.S Law**. 3. ed. New York: American Bar Association, 2023.

estratégias para o combate ao mesmo e, também, no longo prazo, para a gestão sustentável das florestas. Como o custo global médio anual dos incêndios é de cerca de cinquenta bilhões de dólares, a IA pode tornar o combate aos incêndios mais eficiente e econômico. O Fórum Econômico Mundial, igualmente, implantou o *FireAid*, programa no qual estão sendo elaborados modelos reais de IA assim como a aplicação dos mesmos em vários países.

Tal evolução recente no aproveitamento da IA para a adaptação climática tem o potencial de tornar os conhecimentos sobre o clima mais acessíveis a todos os interessados. O seu emprego apresenta maior relevância no Sul Global, com menos acesso à tecnologia, e com áreas de mais alto risco. Como tal, a IA tem o potencial de reduzir o desequilíbrio entre as necessidades de adaptação e o direito de acesso à tecnologia. Relevante, portanto, que seja reforçada a democratização e a participação, não discriminatória, no desenvolvimento da IA para a adaptação climática.

As alterações climáticas são um fator de grande risco para a economia. Os efeitos financeiros do aquecimento global estão na escala de trilhões de dólares, se levarmos em consideração apenas a economia norte-americana. As companhias, por sua vez, enfrentam crescentes crises nas cadeias de abastecimento e na produção, fenômeno que possui tendência de aceleração nas próximas décadas. Os CEOs e líderes empresariais, outrossim, precisam se precaver das responsabilidades – civil, administrativa e criminal – pelos riscos assumidos em virtude das emissões das corporações.

Essa tecnologia pode desempenhar um papel vital no aperfeiçoamento do sistema de responsabilização jurídica, detalhando as vulnerabilidades operacionais decorrentes das alterações climáticas. Ao recorrer às fontes de dados complexos em mapas visuais de risco, os CEOs podem ver como a dinâmica das alterações climáticas podem vir a afetar negativamente os bens das empresas.

Entretanto, tal como acontece com a IA para adaptação climática para os governos, o acesso a tais ferramentas para as empresas precisa ser avaliado de modo crítico. As organizações que aproveitaram todo o potencial dessa tecnologia para a adaptação ao clima são poucas e não trabalham em conjunto. É necessária maior colaboração internacional para o seu desenvolvimento contínuo, bem como para a acessibilidade a esta tecnologia para tornar os conhecimentos sobre adaptação climática acessíveis a todos os interessados.

Estes são dois temas centrais emergentes nos quais a IA pode ser empregada para a adaptação climática. Muitas outras aplicações

promissoras estão surgindo, e precisam ser aceleradas para o atendimento dos objetivos do Acordo de Paris, tais como o uso de IA para responder aos riscos climáticos gerados aos produtos financeiros ou o uso da mesma para esforços humanitários preventivos.

A IA para o uso na adaptação climática já existe, com a utilização de análises avançadas de dados. Para aproveitar o verdadeiro potencial desta tecnologia para a adaptação climática de forma responsável, tais como o uso de dados sintéticos e a modelização preditiva, a abordagem crítica deve ser utilizada coletivamente. Nos dias atuais a ampliação do uso da IA na adaptação climática é dificultado pelas seguintes barreiras: a- na compatibilidade de dados; b- no acesso a modelos existentes e novos de IA; c- na aprendizagem de máquinas (AM); d- no acesso a recursos computacionais para executar modelos complexos; e- para a realização de perícias técnicas; f- para a obtenção de conhecimentos acionáveis e de domínio; g- para a livre gestão e tomada de decisões políticas.

A comunidade internacional pretende trabalhar em colaboração e colmatar lacunas de inovação para acelerar o uso responsável da IA para a adaptação climática em escala, reduzindo o risco de má adaptação. Para este fim, a Plataforma IA e AM do Fórum Econômico Mundial está a elaborar qual o papel que o próprio Fórum Econômico Mundial pode desempenhar para acelerar o uso da IA no combate às mudanças climáticas, tomando por base os quadros de governança fundados no consenso, em conjuntos de ferramentas e de casos de utilização das melhores práticas e técnicas disponíveis. A ideia é, com a utilização da IA demonstrar roteiros e abordagens compatíveis com a modelização climática, utilizando-se de dados consistentes, para que as instituições dos setores público e privado possam bem avaliar os impactos social, econômico e ambiental das mudanças do clima (Bergh, 2022).

A inflação é outra chaga da economia global que se ampliou nos últimos anos devido as alterações climáticas. De fato, a crescente frequência e a gravidade dos eventos climáticos extremos fazem subir os preços de tudo o que é fundamental para suprir as necessidades básicas das pessoas.

A IA, como mencionado anteriormente, pode ajudar no combate as alterações climáticas, reduzindo as emissões, melhorando a eficiência energética, e aumentando a utilização de fontes de energias renováveis.<sup>9</sup> Por conseguinte, a Transição Verde, igualmente, é

---

9 É de se referir que Bill Gates entende que o combate a aquecimento global pode valer-se da inteligência artificial e deve ampliar a produção de energias reno-

um pilar no combate à inflação, e a IA é uma ferramenta importante para que este esforço alcance pleno êxito dentro de uma visão de macroeconomia.

O relatório de *2022 BCG Climate AI Survey*, como já referido, demonstra que 87% dos CEOs dos setores privado e público com poder de decisão sobre a IA e o clima acreditam que esta é uma ferramenta essencial na luta contra as mudanças climáticas. Entretanto, apenas 43% têm uma visão concreta de como a IA pode ser usada para o combate as mudanças climáticas. Existem vários modos pelos quais esta inteligência pode contribuir para a mitigação das mudanças climáticas, por exemplo, por meio da eficiência energética ou da redução das emissões dos transportes, da agricultura e da indústria (Bergh, 2022). A IA pode também ajudar na adaptação aos impactos das mudanças climáticas, melhorando a capacidade dos gestores fazerem previsões de eventos climáticos extremos e, ainda, fornecer ferramentas de apoio às decisões para auxiliar a responder de forma mais eficiente às catástrofes e aos desastres ambientais. A IA contribui igualmente para o aumento da resiliência aos efeitos do aquecimento global, auxiliando os governos e as empresas a identificarem fatores de risco e desenvolverem planos de mitigação. As grandes lideranças dos setores público e privado reconhecem como um negócio de grande valor a redução das emissões e a necessária medição das mesmas.

Existem grandes desafios na sua utilização: não se trata de potencializar a IA, mas saber utilizá-la e onde aplicá-la. Numa futura economia descarbonizada, há oportunidades inexploradas de ação, o que reforça a necessidade de maior governança corporativa, *compliance* climático e estratégia sobre como ampliar o impacto da IA no combate aos nefastos efeitos do aquecimento do Planeta.

A dita IA climática é vital para subsidiar o debate humano sobre os investimentos e sobre a inovação para a descarbonização profunda da economia.<sup>10</sup> Além disso, a IA pode promover uma ruptura com a dependência excessiva da economia mundial em relação aos combustíveis fósseis, e trazer elementos importantes para soluções

---

váveis, assim como a descoberta de novas tecnologias que possam diminuir as emissões de gases de efeito estufa e também capturar as emissões de gases de efeito estufa, especialmente até 2050 (GATES, Bill. **How to Avoid a Climate Disaster**: The Solutions We have and Breakthroughs We Need. New York: Knopf, 2021. p. 46).

10 A respeito dos caminhos jurídicos para a descarbonização da economia no Brasil, ver: PIMENTEL, Cácia; ROLIM, Maria João Carreiro Pereira (coord.). **Caminhos jurídicos e regulatórios para a descarbonização no Brasil**. 1. reimpressão. Belo Horizonte: Editora Fórum, 2022.

inovadoras. Nesse sentido, pode melhorar a governança climática, aumentando os níveis de transparência e proporcionando ganhos de produção e de melhoria no armazenamento eficiente de energia renovável, o que aumenta a confiança no mercado verde para grandes investimentos no setor.

O *Quadro para a Utilização de IA no Combate às Mudanças Climáticas*, desenvolvido pelo Boston Consulting Group (BCG), para o último *Relatório IA para o Planeta*, contou com a contribuição de *experts* sobre a IA em seu chamado *Conselho Consultivo do Planeta*. O quadro compreende três temas principais: mitigação, adaptação e resiliência. A mitigação e os fundamentos são essenciais para os esforços de combate às mudanças climáticas, enquanto a adaptação e a resiliência são necessárias para garantir que as pessoas e a economia possam resistir aos efeitos das alterações climáticas atualmente. A resiliência exigirá uma visão de mundo sustentável, de longo prazo, intergeracional, ao nível dos sistemas e a utilização da IA para a identificação de riscos, vulnerabilidades e potenciais crises quando se trata de mudanças climáticas. Importante desenvolver as capacidades para responder rapidamente a tais ameaças e criar uma arquitetura de gestão climática eficiente e resiliente.

Evidentemente que a IA não pode ser usada para resolver a crise climática de forma isolada. Mas pode auxiliar os gestores públicos e privados nos processos de tomada de decisão combinados com outras técnicas como a *Análise do Custo-Benefício (Cost-Benefit Analyses)* (Sunstein, 2021, p. 45-52) e, igualmente, com a utilização de outras tecnologias emergentes.

Todavia, ao fim e ao cabo, até para evitar equívocos com base em vieses que a IA não está imune<sup>11</sup>, será a mente humana, a vontade do ser humano, que deve prevalecer nas ações para o combate ao aquecimento global. A IA não é uma *varinha mágica* para o combate aos problemas sociais, econômicos e ambientais, mas uma ferramenta que pode ser utilizada para a construção de um futuro mais resiliente e que propicie uma adequada qualidade de vida para os seres humanos e não humanos.

Como se observa, a evolução da ciência, levou a um grande avanço da IA no que se refere ao *aprendizado* da mesma sobre o sistema climático. No passado, a adaptação era muitas vezes pensada como algo realizado após o fato, sem redundância, em resposta a

11 Sobre os efeitos nefastos dos vieses que também podem atingir a IA, ver: KAHNEMAN, Daniel. **Thinking, Fast and Slow**. New York: Farrar, Straus and Giroux, 2011; SUNSTEIN, Cass; HASTIE, Reid. **Wiser**. Getting Beyond Groupthink to Make Groups Smarter. Cambridge: Harvard Business Review Press, 2015.

um evento já ocorrido e consumado. Todavia, com a ampliação da gravidade e frequência dos eventos climáticos extremos, torna-se evidente a imperatividade de uma abordagem proativa de adaptação. Mister a antecipação, com base nos princípios da precaução e da prevenção<sup>12</sup>, aos impactos potenciais das alterações climáticas, assim como a adoção das medidas de mitigação a serem efetivadas antes que eles ocorram. A essencialidade de tais medidas preventivas resta demonstrada pela necessidade de assegurar-se a resiliência das comunidades vulneráveis e da economia e a proteção das minorias que vivem em locais e construções inadequadas para o enfrentamento de extremos climáticos.<sup>13</sup> A IA pode auxiliar a acelerar políticas climáticas de mitigação, de adaptação e de resiliência, fornecendo as ferramentas e os dados necessários para um processo de tomada de decisões bem informado e, se espera, *não discriminatório*.

A parte de *Mitigação do Quadro para a Utilização de IA* no Combate às Alterações Climáticas é uma combinação de *medição* nos níveis macro e micro, (redução da intensidade das emissões de GEE, melhoria da eficiência energética e redução do efeito estufa) bem como a *remoção* (remoção ambiental e remoção tecnológica).

Na medição em nível macro, as emissões ambientais globais são um componente crucial dos modelos que projetam o clima para o futuro. A IA pode aperfeiçoar tais modelos melhorando medidas ou digitalizando dados de teledetecção de satélites para uma análise mais aprofundada. Na medição em micronível, os produtores podem utilizar medições de emissões para compreender as pegadas de carbono dos seus produtos, acompanhar o seu progresso em direção aos objetivos de *ESG*, ou identificar oportunidades para reduzir as emissões. Os consumidores podem utilizar tais informações para fazer melhores escolhas sobre os produtos que adquirem e as suas ações para reduzir as emissões.

A emergência climática global exige esforços acelerados para reduzir os efeitos deletérios das emissões. Medidas de mitigação imediatas e mais ambiciosas são essenciais para evitar as consequências catastróficas das alterações climáticas. Existem três com-

---

12 Em relação a aplicação do princípio da precaução em tempos de aquecimento global, ver: WEDY, Gabriel. **O princípio constitucional da precaução**: como instrumento de tutela do meio ambiente e da saúde pública (de acordo com o Direito das Mudanças Climáticas e o Direito dos Desastres). 3. ed. Belo Horizonte: Editora Fórum, 2020.

13 A respeito das minorias como maiores vítimas das mudanças climáticas, ver: WILLIAMS, Jeremy. **Climate Change Is Racist**: Race, Privilege and the Struggle for Climate Justice. London: Icon Books, 2021; FARBER, Daniel. *Disaster Law and Inequality*. **Law and Inequality**, Minneapolis, v. 25, n. 2, p. 297-322, 2007.



ponentes para a adoção dessas medidas: a- Redução da intensidade das emissões de GEE: As soluções de IA são utilizadas para apoiar a mudança para novas fontes de energia. A previsão do fornecimento de energia solar auxilia para identificar áreas onde existe potencial para aumentar a sua utilização, reduzindo assim as emissões de gases de efeito estufa; b- Redução de atividades geradoras de emissões. A IA pode também reduzir emissões otimizando as cadeias de abastecimento, com uma melhor previsão da procura ou do transporte eficiente de mercadorias. Isto pode ser feito utilizando dados para gerar modelos que façam a busca ou otimizem as rotas de transporte; c- Redução dos gases de efeito de estufa: Se os tomadores de decisão voltarem-se para soluções de geoengenharia para reduzir os efeitos das alterações climáticas, a IA será uma ferramenta essencial para acelerar a investigação química e pode auxiliar no desenvolvimento de novos materiais e processos que resultem em menos emissões de gases de efeito estufa. Desse modo haverá um encorajamento da mudança comportamental na sociedade, um *nudge*<sup>14</sup>, para a redução do consumo de energia e para a diminuição das emissões.

A remoção de gases com efeito de estufa na atmosfera é uma forma de mitigar as alterações climáticas, que tanto pode ocorrer por processos naturais, tais como o aumento da fotossíntese por árvores, ou por meios tecnológicos, tais como a captura e o armazenamento do carbono. Existem dois tipos principais de remoção: a- Remoção ambiental: Os ecossistemas naturais, tais como florestas, algas e zonas úmidas, essenciais na remoção do carbono atmosférico. A monitorização destes ecossistemas requer o recolhimento e o processamento de grandes quantidades de dados, papel que a IA pode desempenhar com grande eficiência; b- Remoção tecnológica: A remoção ambiental pode ser complementada com processos industriais, mas esses processos ainda estão no seu início, enfrentando problemas de escala e do seu conhecido alto custo. A IA, igualmente, seria uma forte aliada na solução destas questões.

Importante também observar como a IA relaciona-se com a adaptação e a resiliência. Nesse cenário, é relevante a projeção de tendências localizadas a longo prazo, com a finalidade de antecipar os impactos potenciais das alterações climáticas. É de se questionar: qual é a probabilidade de ocorrência de uma seca significativa numa determinada região durante os próximos vinte anos? Quais são os

---

14 A respeito dos incentivos para mudanças comportamentais, ver: SUNSTEIN, Cass; THALER, Richard. **Nudge**: Improving Decisions About Health, Wealth and Happiness. New Haven: Yale University Press, 2008.

impactos potenciais dessa seca na agricultura, no abastecimento de água e na saúde humana? A IA pode auxiliar nas respostas para estas perguntas com a análise de dados históricos e com a previsão de tendências futuras.

Além de prever tendências no longo prazo, a IA pode também ajudar a construir sistemas de alerta precoce que podem fornecer avisos, em tempo, sobre eventos futuros. Por exemplo, ao analisar dados de estações meteorológicas, imagens de satélite e redes de sensores, é possível identificar condições que levam a eventos meteorológicos extremos. Tais sistemas de alerta precoce podem permitir a adoção pelos seres humanos de medidas para mitigar os impactos destes eventos antes que estes ocorram. De acordo com Relatório do Fórum Econômico Mundial, a IA pode ajudar o mundo a combater os incêndios, desempenhando o relevante papel de prevenir sua ocorrência, utilizando fontes de dados como imagens de satélite, dados meteorológicos em tempo real, e a consulta a postos de comunicação social para desenvolver uma melhor detecção e algoritmos de propagação de fogo. Uma estrutura inteligente integrando todos estes sistemas é necessária para construir um mapa dinâmico de risco de incêndio com uma simulação interativa de propagação de incêndios.

Uma vez ocorrido um evento climático extremo, a IA auxilia na administração de crises, fornecendo ferramentas de apoio à decisão humana. Esta pode ser utilizada para identificar pessoas em risco de serem afetadas pelo evento e combinar esta informação com uma sugestão dos recursos materiais de que estas necessitam. A IA pode também monitorar a situação em tempo real e fornecer informações sobre a localização das pessoas, condições de infraestrutura e o estado dos esforços de socorro em um desastre climático.

Sistemas de irrigação inteligentes que utilizam dados meteorológicos e sensores de plantas para otimizar os horários de rega podem ajudar a reduzir os impactos da seca. Defesas contra inundações ativadas por IA que utilizam dados em tempo real sobre precipitações, níveis dos rios e elevação da terra podem ajudar a proteger comunidades contra inundações. E edifícios inteligentes que utilizam dados de sensores para ajustar aquecimento, arrefecimento e ventilação podem ajudar a poupar energia e a reduzir emissões.<sup>15</sup> De acordo com um resumo de projeto da ONU, os Gráficos de Conhecimento podem armazenar e *raciocinar* sobre grandes quantidades de

---

15 Sobre construções sustentáveis e eficientes e a sua regulação, ver: GERRARD, Michael; HOWE, Jay Cullen. **The Law of Green Buildings: Regulatory and Legal Issues in Design, Construction, Operations, and Financing.** New York: New York Bar Association, 2011.

dados para ajudar a identificar padrões, correlações e dependências que de outra forma estariam ocultos em conjuntos de dados complexos e podem, igualmente, em última análise, analisar os impactos das inundações, das secas e de outros eventos meteorológicos extremos, o que permite a resiliência no enfrentamento ao aquecimento global.

A migração em grande escala é outro dos impactos potenciais das alterações climáticas. A IA pode auxiliar na sua gestão para a tomada de decisões políticas, fornecendo ferramentas de apoio à decisão para administrar os campos de refugiados, seguir os migrantes e coordenar os esforços de socorro.

Os sistemas de identificação de espécies que utilizam a aprendizagem mecânica podem ajudar a localizar e proteger seres vivos ameaçados de extinção. Já os sistemas de monitoramento ativados por IA que utilizam imagens de satélite e dados de sensores podem detectar o corte ilegal de árvores, a caça furtiva e outras atividades que ameaçam a biodiversidade.

## **EMPRESAS, INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E MUDANÇAS CLIMÁTICAS**

De acordo com a Diretora da UNESCO para Parcerias e Programa Operacional de Monitorização, Comunicação e Informação do Setor e membro do grupo diretor da AI para o Planeta, Marielza Oliveira:

Não é possível enfrentar a nossa crise climática urgente e devastadora com soluções antigas. Temos de acrescentar uma tremenda quantidade de inovação à mistura. A Inteligência Artificial pode ajudar-nos a encontrar oportunidades para mudar a nossa dinâmica atual a uma escala suficientemente grande para um impacto rápido. Implementada de uma forma centrada no ser humano, responsável e ética, a IA é um acelerador para o desenvolvimento sustentável. Todos os dias, vejo o poder transformador da IA para o planeta em ação, desde permitir às empresas minimizar as emissões de carbono em toda a sua cadeia de valor, até ajudar os governos a prever e responder eficazmente aos padrões climáticos que afetam as comunidades costeiras vulneráveis. Isto é o que precisamos: todos os cérebros no convés”! (Minevich, 2022).

Nesse sentido, empresas estão se engajando no desenvolvimento e no emprego da IA nesta era das mudanças climáticas e existem vários exemplos.<sup>16</sup> A Blue Sky Analytics, com sede em Haia, Holanda, é uma empresa de tecnologia climática especializada na conversão de dados de satélite em inteligência ambiental. O recolhimento de conjuntos de dados ambientais baseado em API da empresa utiliza dados de satélite, IA, e a nuvem para fornecer informações sobre vários tópicos relacionados com o planeta e a sua saúde. A empresa também apresenta o relatório *AI for the Planet* como um exemplo de um bem-sucedido da tecnologia climática.

A empresa One Concern, com sede na Califórnia, EUA, utiliza a inteligência artificial para estimar os danos causados por fenômenos naturais, com a adoção de uma abordagem holística para descobrir a exposição ao risco e a resiliência dos edifícios. Considera não apenas o risco climático e a exposição a catástrofes de um único edifício, mas também as redes das quais depende, tais como as ligações de transporte e as redes de energia.

Já a Cloud to Street, nos Estados Unidos, é uma empresa que utiliza satélites e IA para seguir as inundações em tempo real em qualquer lugar da Terra. A empresa faz a gestão de uma base de dados globais sobre inundações, que oferece conhecimentos sobre a exposição às cheias em todo o mundo e busca a redução do risco de cheias e o salvamento de vidas.

A Prospera, empresa baseada em Tel Aviv, é uma desenvolvedora de tecnologias de visão mecânica concebidas para monitorar e analisar o desenvolvimento, a saúde e o estresse das plantas. A tecnologia da empresa capta múltiplas camadas de dados de campos de cultivo, incluindo dados climáticos e visuais, para detectar anomalias mais cedo. A tecnologia da Prospera está disponível em painéis de controle móveis e web.

EXCI, com sede em Maroochydore, Austrália, é uma empresa de tecnologia de detecção de incêndios florestais que utiliza modelos de IA para fundir dados de satélites e sensores terrestres. Isto proporciona uma vigilância sistemática e persistente dos incêndios florestais, dando aos bombeiros os meios de inteligência para os gerir e combater eficazmente.

Por sua vez, a Kuzi é uma empresa queniana que utiliza inteligência artificial para prever as rotas de criação, ocorrência e mi-

---

16 Sobre a era das mudanças climáticas e a necessidade da adoção de novas tecnologias inseridas em uma ética de desenvolvimento sustentável, ver: WEDY, Gabriel. **Desenvolvimento sustentável na era das mudanças climáticas**: um direito fundamental. São Paulo: Editora Saraiva, 2018.

gração de gafanhotos do deserto do Chifre da África (região que inclui o nordeste do continente africano) e países da África Oriental. A ferramenta da empresa alimentada por IA utiliza dados de satélite, dados de sensores do solo, observação meteorológica terrestre, e aprendizagem de máquinas para fazer as suas previsões.

Estas soluções são apenas alguns exemplos ilustrativos de como a IA vindo sendo utilizada para adaptação e mitigação aos efeitos das alterações climáticas nos dias de hoje. A próxima fronteira da IA para o clima serão as ferramentas de apoio à decisão e ao incentivo comportamental, de forma a levar pessoas, empresas e governos a fazer a coisa certa porque é do seu melhor interesse.

Nesse sentido, a AI for the Planet Alliance lançou um apelo a soluções para fornecer visibilidade, redes e apoio empresarial para soluções de IA climáticas em todo o mundo. É uma aliança criada pela Startup Inside, com o Boston Consulting Group (BCG) e BCG GAMMA como parceiros do conhecimento, e em colaboração com a Fundação AI for Good; o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD); a Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura (UNESCO); e o Gabinete das Nações Unidas para as Tecnologias da Informação e Comunicação (OICT).

É uma coligação única, multidisciplinar, e diversificada destinada a:

1. Promover a inovação na aplicação de análises avançadas e inteligência artificial (IA) aos desafios climáticos, apoiada por peritos globais do meio acadêmico, startups, e dos setores público e privado;
2. Agir como uma plataforma global para identificar e priorizar os principais instrumentos e casos de utilização de IA na abordagem da crise climática;
3. Identificar e defender as soluções mais promissoras para enfrentar a mitigação das alterações climáticas, adaptação e resiliência, especialmente no Sul Global, oferecendo a visibilidade e o reconhecimento das soluções;
4. Assegurar o impacto à escala por meio de ações concretas e mensuráveis, tais como a construção do acesso ao financiamento e aos profissionais no terreno;
5. Facilitar o desenvolvimento de redes entre equipes de projeto, investidores e peritos no terreno – incluindo startups, empresas, e o setor público (Minevich, 2022).

Além disso, a AI for the Planet Alliance está atualmente avançando na busca global por *startups* que empregam a IA para abordar as alterações climáticas das seguintes formas: a- melhora da compreensão humana sobre o mundo natural e de como este está sendo modificado; b- desenvolvimento de novos métodos de monitoramento e medição de fenômenos ambientais; c- auxílio na tomada de melhores decisões sobre como utilizar, conservando os recursos naturais; d- redução das emissões de gases de efeito estufa; e- promoção de adaptação às alterações climáticas e atenuação dos seus efeitos.

A IA pode auxiliar na construção de um futuro mais resiliente para as presentes e futuras gerações. Na medida em que os efeitos das alterações climáticas se tornam mais generalizados e severos, é fundamental, entretanto, que avancem as pesquisas científicas na academia e os investimentos nas empresas, com a adoção dos princípios da precaução e da prevenção, para que a IA tenha uma segura evolução e possa gerar mais benefícios do que custos humanos e ambientais (Minevich, 2022).

## CONCLUSÃO

A utilização da IA no combate às alterações climáticas mostra que é possível, com a necessária gestão de riscos, construir sistemas estruturais mais resilientes e robustos, capazes de resistir e de promover a recuperação dos setores atingidos por eventos climáticos extremos. Evidentemente, tal emprego deve ser associado a uma consistente investigação climática, bem como elaboração de modelos de transição econômica e social, além de um financiamento climático. Nesse cenário, são necessárias a fixação do preço do carbono, a implementação da educação ambiental e a mudança comportamental.

Governos e empresas que colocam a IA na sua rotina de governança podem contribuir em melhores condições para a resiliência, para adaptação e para os esforços de mitigação climática do que aqueles que não a adotam ou, o que é pior, que praticam o famigerado *greenwashing*, uma das novas facetas do direito antiambiental e do direito anticlimático.<sup>17</sup>

---

17 Sobre o que significa o direito antiambiental e anticlimático, ver: WEDY, Gabriel. **Litígios climáticos**: de acordo com o direito brasileiro, norte-americano e alemão. 2. ed. Belo Horizonte: Editora Fórum, 2023.

No entanto, a maioria das soluções climáticas relacionadas com a IA existentes estão dispersas, são de difícil acesso, e carecem de recursos para serem desenvolvidas e melhor avaliadas. Por tais razões, faz-se primordial o avanço do financiamento para expansão da IA climática e para a completa informação dos inevitáveis riscos que os utilizadores desta tecnologia devem obrigatoriamente acesar. É de se reconhecer, ainda, que várias soluções inovadoras de tecnologia climática já estão promovendo um avanço na IA nos campos da adaptabilidade e de resiliência.

A IA, bem como outras tecnologias emergentes, podem desempenhar um papel importante para que sejam alcançados os ODS previstos na Agenda 2030, especialmente o ODS 13, que é referente a ação climática.<sup>18</sup> Os algoritmos de IA têm um enorme potencial para evoluir em direções sustentáveis, incluindo a valorização da mitigação das alterações climáticas e a oferta de resiliência adicional e de adaptação ao impacto relacionado com o aquecimento global.

## REFERÊNCIAS

- BERGH, Tim van den. How Artificial Intelligence Can Help us Prepare for Climate Adaptation, **World Economic Forum**, 8 nov. 2022. Disponível em: <https://www.weforum.org/agenda/2022/11/how-artificial-intelligence-can-prepare-us-for-climate-adaptation/>. Acesso em: 20 nov. 2023.
- EASTERBROOK, Steve. **Computing the Climate: How We Know What We Know About Climate Change**. Cambridge: Cambridge University Press, 2023.
- FARBER, Daniel. Disaster Law and Inequality. **Law and Inequality**, Minneapolis, v. 25, n. 2, p. 297-322, 2007.
- FOLADORI, Guillermo. **Los Limites Del Desarrollo Sustentable**. Montevideo: Ediciones de la Banda Oriental; Revista Trabajo y Capital, 1999.
- FREITAS, Juarez; FREITAS, Thomas. **Inteligência Artificial e Direito: em defesa do humano**. Belo Horizonte: Editora Fórum, 2020.

---

18 Em relação a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável e, especialmente, sobre o ODS 13, ver: SACHS, Jeffrey. **The Age of Sustainable Development**. New York: Columbia University Press, 2015.

- GATES, Bill. **How to Avoid a Climate Disasters:** The Solutions We have and Breakthroughs We Need. New York: Knopf, 2021.
- GERRARD, Michael. **The Law of Clean Energy.** Efficiency and Renewables. New York: American Bar Association, 2011.
- GERRARD, Michael; BURGER, Michael; FREEMAN, Jody. **Global Climate Change and U.S Law.** 3. ed. New York: American Bar Association, 2023.
- GERRARD, Michael; HOWE, Jay Cullen. **The Law of Green Buildings:** Regulatory and Legal Issues in Design, Construction, Operations, and Financing. New York: New York Bar Association, 2011.
- HARPOR, Desmond. **Artificial Intelligence for Environmental Conservation:** Tackling Climate Change. New York: Independently published, 2021.
- KAHNEMAN, Daniel. **Thinking, Fast and Slow.** New York: Farrar, Straus and Giroux, 2011.
- LUFKIN, Bryan. Why the Biggest Challenge Facing AI is an Ethical One. **BBC Future**, 7 mar. 2017. Disponível em: <http://www.bbc.com/future/story/20170307-the-ethical-challenge-facing-artificial-intelligence>. Acesso em: 20 nov. 2023.
- MINEVICH, Mark. How To Fight Climate Change Using AI. **Forbes**, 8 jul. 2022. Disponível em: <https://www.forbes.com/sites/markminevich/2022/07/08/how-to-fight-climate-change-using-ai/?sh=31e7f79b2a83>. Acesso em: 20 nov. 2023.
- PIMENTEL, Cácia; ROLIM, Maria João Carreiro Pereira (coord.). **Caminhos jurídicos e regulatórios para a descarbonização no Brasil.** 1. reimpr. Belo Horizonte: Editora Fórum, 2022.
- SACHS, Jeffrey. **The Age of Sustainable Development.** New York: Columbia University Press, 2015.
- SAMUEL, Katja L. H.; ARONSON-STORRIER, Marie; BOOKMILLER, Kirsten Nakjavani. **The Cambridge Handbook of Disaster Risk Reduction and International Law.** Cambridge: Cambridge University Press, 2019.
- SMITH, Chris; McGUIRE, Brian; HUANG, Ting; YANG, Gary. **AI Winter and its Lessons.** Complete Historical Overview. Seattle: University of Washington, 2006. Disponível em: <http://courses.cs.washington.edu/courses/csep590/06au/projects/history-ai.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2023.



- SUNSTEIN, Cass. **Averting Catastrophe**: Decision Theory for COVID-19, Climate Change, and Potential Disasters of All Kinds. New York: NYU Press, 2021.
- SUNSTEIN, Cass; THALER, Richard. **Nudge**: Improving Decisions About Health, Wealth and Happiness. New Haven: Yale University Press, 2008.
- SUNSTEIN, Cass; HASTIE, Reid. **Wiser**. Getting Beyond Groupthink to Make Groups Smarter. Cambridge: Harvard Business Review Press, 2015.
- TURING, Alan; COPELAND, Jack. **The Essential Turing**: Seminal Writings in Computing, Logic, Philosophy, Artificial Intelligence, and Artificial Life plus The Secrets of Enigma. Oxford: Clarendon Press, 2004.
- UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). How Artificial Intelligence is Helping Tackle Environmental Challenges. UNEP, 7 nov. 2022. Disponível em: <https://www.unep.org/news-and-stories/story/how-artificial-intelligence-helping-tackle-environmental-challenges>. Acesso em: 20 nov. 2023.
- VUPPALAPATI, Chandrasekar. **Specialty Crops for Climate Change Adaptation**: Strategies for Enhanced Food Security by Using Machine Learning and Artificial Intelligence. Heidelberg: Springer, 2023.
- WARWICK, Kevin. The Future of Artificial Intelligence and Cybernetics. **MIT Technology Review**, 10 nov. 2016. Disponível em: <https://www.technologyreview.com/s/602830/the-future-of-artificial-intelligence-and-cybernetics/>. Acesso em: 20 nov. 2023.
- WEDY, Gabriel. **Desenvolvimento sustentável na era das mudanças climáticas**: um direito fundamental. São Paulo: Editora Saraiva, 2018.
- WEDY, Gabriel. **Litígios climáticos**: de acordo com o direito brasileiro, norte-americano e alemão. 2. ed. Belo Horizonte: Editora Fórum, 2023.
- WEDY, Gabriel. **O princípio constitucional da precaução**: como instrumento de tutela do meio ambiente e da saúde pública (de acordo com o Direito das Mudanças Climáticas e o Direito dos Desastres). 3. ed. Belo Horizonte: Editora Fórum, 2020.
- WILLIAMS, Jeremy. **Climate Change Is Racist**: Race, Privilege and the Struggle for Climate Justice. London: Icon Books, 2021.



# A UTILIZAÇÃO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL COMO UM INSTRUMENTO DE PROTEÇÃO CLIMÁTICA<sup>1</sup>

Ingo Wolfgang Sarlet<sup>2</sup>  
Pedro Agão Seabra Filter<sup>3</sup>

## INTRODUÇÃO

A crise ambiental (da proteção do meio ambiente) e suas consequências para todas as esferas da vida (humana e não humana) no nosso Planeta, de há muito – e cada vez mais – têm ocupado, em especial (embora ainda de forma embrionária), desde a década de 1970, a agenda da política, da economia, do Direito e das mais diversas áreas do conhecimento, transformando-se rapidamente em uma crise em escala global, ainda longe de ser satisfatoriamente enfrentada, a despeito dos inúmeros avanços já ocorridos, v.g., em nível legislativo, tecnológico, incremento do recurso às energias renováveis, dentre tantos outros.

Todavia, a despeito de sua urgência e relevância, o enfrentamento da crise ambiental acaba por ocupar muitas vezes uma posição secundária nas agendas governamentais, o que, por sua vez, igualmente se deve a inúmeros fatores, com destaque para as resistências por parte de setores da economia e da política, mas também tendo em conta a necessidade de se fazer frente a situações urgentes,

---

1 *This is one of the results of the Project PID2022-136548NB-I00 “The challenges of artificial intelligence for the social and democratic State of Law”, funded by the Ministry of Science and Innovation in the Call for Knowledge Generation Projects 2022”.*

2 Doutor em Direito pela Universidade de Munique, Alemanha, onde também realizou estudos em nível de pós-doutorado. Professor Titular (equivalente a Catedrático na Europa) e Coordenador do Mestrado e Doutorado em Direito da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. Advogado e parecerista. E-mail: [ingo.sarlet@pucrs.br](mailto:ingo.sarlet@pucrs.br).

3 Bolsista pela PROEX/CAPES. Doutorando em Direito pela PUCRS. Mestre em Direito PUCRS. Especialista em Direito Público pela PUCRS. Graduado em Direito pela PUCRS. Advogado. E-mail: [pedro.filter@edu.pucr.br](mailto:pedro.filter@edu.pucr.br).

como, por exemplo, a crise sanitária e humanitária experimentada durante a pandemia da covid-19, ou então a guerra entre a Rússia e a Ucrânia, apenas para citar casos recentes.

Nesse contexto, muito embora não se possa dissociar o problema da crise ambiental em termos gerais, de há muito também já não é mais novidade que os efeitos das mudanças climáticas e do aquecimento global passaram a se tornar o problema e o desafio mais gravoso e urgente a ser enfrentado.

Sem que se vá aqui citar dados estatísticos, amplamente disponíveis, recolhe-se aqui, do Sexto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2023, p. 14; 51), que a cada incremento no aquecimento global, os eventos extremos (catástrofes e desastres) se tornam mais impactantes e disseminados, ocasionando, para além de graves danos ao meio ambiente em sentido mais estrito (biótico e abiótico), um aumento considerável da migração involuntária (daí o fenómeno dos refugiados ambientais), ademais do aumento da desigualdade social, criando uma disparidade na qualidade de vida ainda maior do que a já existente. Como lamentavelmente sói acontecer, é a camada mais pobre e vulnerável (v.g. – tomando-se o caso brasileiro – pessoas negras e os povos originários) da população que é mais gravemente atingida.

A gravidade da questão ambiental/climática e de suas consequências é de tal magnitude, que se tem feito ouvir clamores em prol da declaração de um “estado de emergência climática”, como, por exemplo, se deu na União Europeia, por meio do Parlamento Europeu, em 2019.<sup>4</sup> O mesmo se pode dizer relativamente aos apelos advindos de importantes e crescentes setores da comunidade científica, conforme dão conta, por exemplo, os relatórios do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima da ONU (IPCC), em especial, o já referido Sexto Relatório (AR6) divulgado entre 2021 (Grupo 1) e 2022 (Grupos 2 e 3), constatando, entre outros pontos dignos de nota, a maior intensidade e frequência dos eventos climáticos extremos já em curso.

No Brasil, chama a atenção também o pedido de reconhecimento de um estado de emergência ambiental e climático e mesmo a declaração de um estado de coisas inconstitucional nessa seara em diversas demandas submetidas ao Supremo Tribunal Federal – STF, onde, aliás, o fenómeno da assim chamada litigância climática já se tem feito presente, inclusive resultando em dois recentes julgamen-

---

4 A Lei de Bases do Clima (Lei 98/2021) da República Portuguesa reconheceu expressamente a “situação de emergência climática” (art. 2.º).

tos, notadamente, os assim chamados casos “Fundo Clima” (ADPF 708) e “Fundo Amazonia” (ADO 59).

Aproximando-nos do foco do presente texto, é mais do que sabido que a inovação e a tecnologia, incluindo, em escala vertiginosamente crescente em termos quantitativos e qualitativos, as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) e, com ela, a praticamente onipresente digitalização, ademais do recurso massivo à Inteligência Artificial (IA), tem levado a riscos, ameaças e violações de direitos humanos e fundamentais de todas as dimensões. De outra parte, igualmente notório que os avanços tecnológicos referidos também tem oportunizado a criação de importantes eficazes meios para a proteção de tais direitos, como é o caso do reconhecimento de um direito humano e fundamental a um meio ambiente ecologicamente saudável e equilibrado e o conexo direito a um clima seguro e íntegro e de todo um conjunto de instrumentos e garantias destinados à sua efetivação (Sarlet; Wedy; Fensterseifer, 2023).

Nesse contexto, a IA tem assumido um papel de destaque, com sua capacidade elevada de processar e analisar imensas quantidades de dados com cada vez maior eficiência, segurança e rapidez, o que já se faz sentir no que diz respeito à otimização do uso da terra, no auxílio à transição energética, ou mesmo na prevenção do desmatamento e da desertificação de regiões afetadas pelo clima extremo, acompanhamento da situação dos refugiados climáticos, dentre tantas outras possibilidades. Assim, bem manejada, a IA pode contribuir para harmonizar o desenvolvimento social e econômico com a preservação dos ecossistemas, contribuindo para a promoção de um desenvolvimento sustentável e a proteção climática e efetivação do direito fundamental ao meio ambiente ecologicamente equilibrado.

Tal otimismo se justifica pelo fato de que a IA tem a capacidade de auxiliar na solução de problemas complexos e multifacetários, ademais de transfronteiriços e transnacionais, como é o caso da poluição ambiental e das causas e consequências do aquecimento global.

Por outro lado, apesar das virtudes possíveis do uso da IA, ela segue sendo uma obra humana, sendo – ainda e majoritariamente – condicionada e guiada pela inteligência e os objetivos (bons ou maus, a depender do ponto de vista) de seu criador. Além disso, como igualmente notório (embora nem sempre bem compreendido e equacionado), não se pode desconsiderar o fato de que a IA é tanto capaz de (em vários níveis e graus de sofisticação) simular o racio-

cínio humano, quanto de se tornar refém dos vieses cognitivos de quem concebe os algoritmos, levando aos já conhecidos efeitos discriminatórios e mesmo perturbando o processo decisório dos seres humanos.

Nesse contexto, aqui apenas sumariamente bosquejado, pretende-se compreender e aplicar a IA como técnica juridicamente regulada e a serviço da proteção e promoção do ser humano (Freitas; Freitas, 2020), especialmente em se tratando da promoção de um meio ambiente ecologicamente equilibrado e de condições climáticas estáveis e seguras para as presentes e futuras gerações.

### **ALGUMAS NOTAS ACERCA DA IA E SUA UTILIZAÇÃO NA SEARA AMBIENTAL E CLIMÁTICA**

A utilização da IA, como já em parte adiantado, tem crescido de modo cada vez mais rápido e diversificado no decorrer dos anos, não existindo mais praticamente domínio onde não esteja sendo utilizada ou introduzida. Atualmente, conforme elucidado por Hoffmann-Riem (2021, p. 14), a tecnologia é utilizada nas mais diversas atividades, como nos “sistemas de buscas, [...] no reconhecimento facial e da fala, em sistemas inteligentes de orientação de tráfegos”, em decisões automatizadas no âmbito administrativo ou judicial e mesmo para diagnósticos e terapias médicas.

Contudo, com a expansão da tecnologia nos mais distintos ramos das atividades humanas, ficou evidenciado que, não apenas a IA é capaz de simular o raciocínio humano, mas também pode ser refém dos vieses cognitivos que embaraçam o processo decisório (Caliendo, 2020, p. 175).

Conforme muito bem alertado por Gabrielle Sarlet (2021, p. 287), o emprego excessivo e irreflexivo da IA, em total substituição do elemento humano, tem a capacidade de afetar diretamente direitos fundamentais que vão além da questão da privacidade e da proteção de dados, afetando também princípios constitucionais e internacionais nucleares e estruturantes, como “a isonomia, a igualdade, a democracia, a paleta de liberdades, afetando igualmente as capacidades cognitivas, os níveis de atenção, a autorreferenciação do Humano, dentre outros”.

Apenas para ilustrar com um exemplo, em 1986, em um evidente caso de discriminação e racismo, a Comissão de Equidade Racial do Reino Unido revelou a discriminação de negros e mulhe-

res no processo de seleção para a Escola de Medicina de St. George's Hospital, onde um sistema computacional, sem a auditoria humana, concedia avaliações menos favoráveis às mulheres e às minorias étnicas (United Kingdom, 1988, p. 6).

Recentemente, em 2018, foi noticiado que o sistema de IA utilizado pela Amazon.com para facilitar a contratação de novos funcionários, selecionando os melhores currículos, atuava de forma sexista. Nas áreas de tecnologias, como desenvolvedor de softwares, o programa percebeu a dominância masculina e passou a excluir sistematicamente todas as mulheres da concorrência (Dastin, 2018). Importante frisar que a tecnologia não é estranha para a empresa, que a utiliza para administrar seus armazéns e estabelecer os preços das mercadorias.

Já no conhecido caso SyRI, que está sendo considerado como paradigmático no âmbito do direito digital e dos direitos fundamentais, a Corte Distrital de Haia, na Holanda, determinou a paralisação por completo da utilização de um programa computacional utilizado pelo Estado da Holanda como ferramenta de detecção de fraude no sistema de Seguridade Social do país, por violar direitos fundamentais, reconhecendo que a digitalização do estado de bem-estar social pode erradicar por completo os direitos humanos (Van Bekkum; Borgeisius, 2021).

Tais exemplos, dentre tantos outros, demonstram aquilo que já é mais do que sabido, designadamente, que a utilização da IA como instrumento do processo de tomada de decisão é passível de erros, seja por vícios na programação, seja durante o período de aprendizagem da máquina, impregnados por vieses cognitivos que obscurecem a realidade dos fatos. Entretanto, conforme elucidado por Juarez Freitas e Thomas Freitas (2020, p. 96-99), os programas podem passar por um processo “desenviesante”, por auditorias humanas ou automáticas, aumentando a imparcialidade dos sistemas.

Agregando aqui a lição de Hoffmann-Riem (2021, p. 29-36), isso ocorre porque os sistemas de IA se utilizam dos algoritmos como regras para estabelecer seus resultados, tal qual as normas legais são interpretadas e aplicadas pelo ser humano. Entretanto – ainda de acordo com o autor – diferentemente das pessoas, os sistemas computacionais não se utilizam de toda a experiência humana criada pelas interações sociais para avaliar os dados, como no confronto dos ideais sociais construídos ao longo dos anos, demonstrando, dessa forma, apenas resultados técnicos, mas não construções interpretativas condizentes com a realidade social.

De outra forma, por ser subalterna aos seus criadores, a IA pode ser enviesada propositalmente, pois, conforme alertado em outra oportunidade, os algoritmos podem ser utilizados para aumentar o controle exercido pelo Estado e/ou pelas *big techs* e outras grandes corporações sobre a população, “impactando direta e indiretamente os direitos e garantias fundamentais dos cidadãos, dentre os quais, a dignidade da pessoa humana, os direitos da personalidade” (Sarlet; Sarlet, 2022).

Já no que diz respeito ao meio ambiente e ao clima, foco da atenção, a utilização da IA igualmente apresenta aspectos positivos e negativos.

Quanto aos primeiros, um estudo encomendado pela Microsoft Corporation para a Price Waterhouse Coopers (PWC)<sup>5</sup>, denominado *How AI can enable a Sustainable Future* (2020, p. 8-9), identificou que a utilização da IA para gestão do meio ambiente pode aumentar a média do Produto Interno Bruto (PIB) em até 4% (precisamente de 3,1% até 4,4%), bem como reduzir a emissão de GEE (gases do efeito estufa) em 4% (de acordo com as projeções o valor seria de 1,5% a 4% de redução) para o ano de 2030.<sup>6</sup>

Especificamente nas regiões centrais e sul do continente americano, as projeções mostram um aumento de 2,2% do PIB e uma redução de 0,9% de GEE. Isto ocorre, pois, conforme apontado pelo estudo, as regiões ao sul da América do Norte apresentam valores menores do que os de outras regiões pelo fato de não usufruírem de tantos recursos tecnológicos quanto as demais (Microsoft; PWC, 2020, p. 8).

Ademais, a utilização da IA tem a capacidade de analisar as imagens de satélites e os dados colhidos por sensores em solo, em tempo real. Avaliando a aplicação do sistema na proteção das florestas, ao realizar o monitoramento de condições e de escala, podendo ajudar na fiscalização e no combate ao desmatamento ilegal, projetando-se o potencial para preservar até 32 milhões de hectares (Microsoft; PWC, 2020, p. 10).

Nesse sentido, vale ressaltar que o monitoramento da região amazônica é uma tarefa complexa, envolvendo a integração de diversos tipos de sistemas de coletas de dados únicos e específicos, o que torna a sua análise árdua mesmo para o técnico especializado.

---

5 Network de firmas independentes de “auditoria e asseguaração, consultoria tributária e societária, consultoria de negócios e assessoria em transações” (PWC Brasil, 2020).

6 Uma diminuição em 4% da emissão dos GEE, representariam o equivalente a 2.4 Gt CO<sub>2</sub>e (Microsoft; PWC, 2020, p. 8-9).



Por exemplo, apesar de a região amazônica ter uma grande incidência de nuvens, que acabam por cobrir grande parte do território para os sensores ópticos dos satélites, existem sistemas de radares que operam em frequências de micro-ondas, os quais não são afetados pela cobertura de nuvens, conseguindo fazer o mapeamento de uso do solo e cobertura vegetal (Censipam, 2019).

Destaca-se, ainda, que em agosto de 2021, o Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia (Imazon), a Microsoft Corporation e o Fundo Vale lançaram uma plataforma de assessoramento de fiscalização ambiental, a PrevisIA, que se utiliza da IA para coletar, analisar e fornecer dados sobre as áreas de maior risco de desmatamento na Floresta Amazônica (PrevisIA, 2023).

Tal medida revelou-se necessária e urgente, pois a implementação da IA em setores estratégicos como na agricultura, demonstra um grande potencial de otimização. De acordo com o referido estudo, a administração das colheitas por IA, de modo a controlar todos os processos de produção, tem a capacidade de permitir a economia dos insumos na medida em que monitora as diferentes condições ambientais do solo e da atmosfera, bem como a de potencializar o rendimento das colheitas ao maximizar a eficiência operacional (Microsoft; PWC, 2020, p. 17; 20).

Isso ocorre porque, conforme evidências encontradas em blocos de gelo extraídos da Groenlândia, da Antártica e das geleiras tropicais – bem como de acordo com os demais dados paleoclimáticos –, ficou demonstrado que o clima da Terra responde às mudanças quanto aos níveis de emissão de gases efeito estufa (GEE). Ou melhor, a temperatura do globo sobe de acordo com o acúmulo de Gás Carbônico (CO<sub>2</sub>) na atmosfera (NASA, s.d.).

Portanto, de acordo com estudos do IPCC, tem-se que níveis equivalentes à metade do acúmulo das emissões antropogênicas de gás carbônico (CO<sub>2</sub>) verificado entre 1750 e 2011, ocorreram apenas nos últimos quarenta anos, sendo que o volume tem aumentado consideravelmente desde 1970, principalmente nos anos de 2000 a 2010 (IPCC, 2014, p. 5; 45).

Ainda conforme o 6º relatório do IPCC (2023, p. 4) – com base em dados colhidos em 2019 –, entre os períodos de 1850 e 1989, ou seja, em 169 anos, o acúmulo histórico de GEE na atmosfera equivale a 58% do total emitido, sendo 42% deste total, produzido apenas em 29 anos, durante o período de 1990 e 2019.

Contudo, apesar das previsões catastróficas, o relatório da PWC aponta para os benefícios da utilização da IA como uma me-

didada capaz de reduzir em grande escala as emissões de GEE, sendo capaz, inclusive, de contribuir com a meta estabelecida de manter a temperatura global abaixo dos 2°C até o ano de 2100 (Microsoft; PWC, 2020, p. 21).

Assim sendo, a implementação da IA como um meio de proteção dos ecossistemas se faz essencial para a efetivação do direito ao clima estável, contudo, o relatório deixa de apontar as possíveis problemáticas de sua utilização.

Por outro lado, imperioso ressaltar que, de acordo com o documento *First Global Report of Environmental Rule of Law* (UN, 2019, p. vii) das Nações Unidas, foram estabelecidos alguns critérios a serem avaliados para a efetiva proteção ambiental, como a indispensável a manutenção dos órgãos ambientais da mesma forma que são mantidos os órgãos de outros setores, pois contam com um maior financiamento e apresentam melhores capacidades técnicas – principalmente, na fiscalização e na apuração de crimes (UN, 2019, p. 3).

No caso do Brasil, calha lembrar, nesse contexto, o julgamento da ADPF 708 pelo STF, que determinou a proibição do contingenciamento das receitas que integram o Fundo Nacional sobre Mudança do Clima (Fundo Clima) (STF, 2022). No mesmo sentido, embora não exclusivamente dedicado ao enfrentamento das mudanças climáticas, é de se referir o julgamento, igualmente pelo STF, da ADO 59 de 2022 (Fundo Amazônia). Note-se, contudo, que os fundos mencionados representam apenas uma das fontes de financiamento de programas e medidas de combate às mudanças climáticas e para a efetivação dos direitos fundamentais à proteção do meio ambiente, devendo não apenas ser incrementadas, como também ser complementadas por outras medidas, inclusive o investimento na IA como instrumento de proteção e promoção do direito a um clima íntegro e estável.

Outro julgamento importante a ser recordado é o da ADPF 760 (STF, 2020), onde se decidiu pela retomada do cumprimento das metas estabelecidas pela legislação nacional e em acordos internacionais assumidos pelo Brasil sobre mudanças climáticas, reforçando a necessidade de fortalecimento de órgãos ambientais, como é o caso do Ibama, do ICMBio, entre outros.

Portanto, é essencial reconhecer que a política climática deve assumir técnicas e adotar instrumentos capazes não só de proteger o meio ambiente, como também de impulsionar os setores essenciais para economia. Por exemplo, ao adotar a IA como mecanismo de gestão ambiental, é possível conceber uma maximização da pro-

dução agrícola, reduzindo a quantidade de acres utilizados, e criando um fomento na economia ao mesmo tempo em que efetiva os princípios ambientais, entre eles, o do desenvolvimento sustentável nas conformidades em foi estabelecido.

Na mesma toada, sabe-se que sistemas de IA têm, entre outras coisas, monitorado as estações, as chuvas e ajudado agricultores na otimização de suas colheitas e possibilitando o aprimoramento no agronegócio, funcionando como um verdadeiro instrumento das tecnologias “poupa-terra” – método de uso da terra para otimizar a produção nas áreas já utilizadas para o cultivo, evitando danos ao meio ambiente, aumentando a quantidade de safras por ano agrícola (Telhado; Capdeville, 2021).

Além disso, a tecnologia consegue analisar imagens das plantações e fazer diagnósticos de doenças, de pestes e de má nutrição. Por exemplo, em Barbalha, no Ceará, a Embrapa Agroenergia, tem utilizado AI para fortalecer a cadeia de produção de macaúba e babaçu, buscando melhorar o rendimento de frutos e teores de óleo. Os computadores podem reconhecer padrões escondidos e correlações em dados brutos (Santana, 2021). Da mesma forma, a tecnologia tem sido empregada no plantio de laranjas, que é um mercado bilionário, sendo o Brasil responsável por 76% da participação no comércio mundial de suco de laranja (Embrapa, 2019). Assim, além de reduzir a área plantada no país, otimizando a utilização da terra, possibilita a mitigação do aquecimento global com o aumento da estabilidade e resiliência das colheitas.

Com relação à proteção da Amazônia, a Imazon tem, em conjunto com a Fundação Vale e a Microsoft Corporation, tem utilizado a plataforma PrevisIA para prever e identificar situações de desmatamento, a partir da análise de dados e monitoramento de imagens. A IA, utiliza dados armazenados na nuvem do Microsoft Azure, para identificar, por exemplo, estradas não oficiais, e outros fatores de risco que evidenciam desmatamento ou minerações ilegais, auxiliando na tomada de decisão dos órgãos ambientais na proteção da floresta tropical (Smith, 2023).

A utilização da IA para a otimização dos produtos e serviços tem impactos positivos não apenas economia, mas também na redução das emissões de gases de efeito estufa. Apesar dos desafios já mencionados, a tecnologia se mostra apta a auxiliar no combate ao aquecimento global, muito embora, no que diz respeito à floresta Amazônica, ainda sejam poucas as tecnologias de colheitas de dados. Conforme já mencionado, o monitoramento da região amazô-

nica é uma tarefa complexa, pois, além da dificuldade de se instalar equipamentos em regiões de flora densas, existe o problema relativo à cobertura de nuvens na região.

No Brasil, especificamente no ano de 2021, foi lançado ao espaço o primeiro satélite de observação da terra, o Amazônia 1, “capaz de observar uma faixa de aproximadamente 850 km com 60 metros de resolução” (INPE, [s. d.]), reduzindo os custos e a dependência de imagens de satélites de outros países (INPEA).

Nesse sentido, outra questão a ser observada diz respeito aos gastos com o monitoramento florestal. Aqui, chama a atenção a necessidade de massivos investimentos por parte do poder público e da iniciativa privada, inclusive no tocante ao uso da IA. Nesse contexto, calha rememorar o papel possível da litigância climática, como se deu com a proibição, pelo STF (ADPF 708), do contingenciamento das receitas que integram o Fundo Nacional sobre Mudança do Clima (Fundo Clima).

## **LIMITES DA UTILIZAÇÃO DA IA EM MATÉRIA AMBIENTAL E POSSIBILIDADES DE SUPERACÃO**

Analisando as principais regulamentações sobre IA no exterior, pode-se perceber a existência de grandes lacunas quando se trata da questão ambiental. Por exemplo, a proposta de lei da União Europeia, o AI Act (União Europeia, 2021), assegura um maior nível de proteção aos dados ambientais, contudo, deixa de levar em conta os riscos ambientais em sua classificação de riscos.

No Brasil, o Projeto de Lei mais recente a lidar com o tema, é o PL n. 2338/2023 (Brasil, 2023), e nele a proteção ambiental é fundamento da utilização da IA, em seu art. 2<sup>o</sup><sup>7</sup>. Além disso, há previsão especial relacionada aos casos de poluição<sup>8</sup>, nos quais os agentes de IA, deverão comunicar a autoridade competente a sua ocorrência. Contudo, tais delineamentos não são exclusividade da regulação ainda

---

7 Art. 2<sup>o</sup> O desenvolvimento, a implementação e o uso de sistemas de inteligência artificial no Brasil têm como fundamentos: [...] IV – a proteção ao meio ambiente e o desenvolvimento sustentável;

8 Art. 31. Os agentes de inteligência artificial comunicarão à autoridade competente a ocorrência de graves incidentes de segurança, incluindo quando houver risco à vida e integridade física de pessoas, a interrupção de funcionamento de operações críticas de infraestrutura, graves danos à propriedade ou ao meio ambiente, bem como graves violações aos direitos fundamentais, nos termos do regulamento.

em discussão, porquanto já existem referências ao meio ambiente no art. 48 da Lei Geral de Proteção de Dados (Lei n.º 13.709/2018).<sup>9</sup>

Nesse contexto, calha destacar a importância dos princípios e regras constitucionais e legais que orientam a proteção do meio ambiente no Brasil, o que aqui será feito apenas em caráter ilustrativo, de modo a demonstrar a aplicação prática de tais princípios no que diz respeito com a utilização da IA no âmbito da proteção climática.

Como já cediço na doutrina jurídica dedicada ao direito ambiental (v.g., Sarlet; Fensterseifer, 2017), ao lidar com novas tecnologias, o direito fundamental à proteção de um meio ambiente saudável e equilibrado e os deveres de proteção que lhe são conexos (art. 225, da CF), impõe, de forma imperativa, uma responsabilidade cautelar do Estado (e mesmo da sociedade) de assegurar a efetividade de tal direito (incluindo a sua dimensão climática, aqui em causa) para as presentes e futuras gerações, ressaltando a importância dos princípios (e deveres) da precaução e da prevenção.

Tais princípios, no contexto do Estado Democrático, Social e Ecológico de Direito consagrado pela CF, embora centrais para a proteção ambiental, cada vez mais têm sido (e devem ser) aplicados em outros domínios. Um exemplo que bem ilustra tal assertiva, diz respeito precisamente à utilização da IA, onde uma postura prudential e cautelar é imperativa, não se podendo assumir de pronto e sem rigoroso controle, os resultados algorítmicos como verdades absolutas. Portanto, a aplicação de princípios ambientais na utilização da IA como um instrumento de proteção climática, é um dever constitucional, devendo observar não apenas os possíveis danos, aquelas já conhecidos, como também, os ainda incertos impactos na qualidade do meio ambiente e na estabilidade do clima

Nesse sentido, é possível saudar a atual proposta de regulamentação da IA no Brasil, quando, em seu art. 3º, reconhece a aplicação dos institutos da prevenção e precaução em relação aos riscos sistêmicos da utilização da IA, sejam eles intencionais ou não, contudo, estabelece, no art. 28, a exclusão de responsabilidade dos agentes de IA em casos específicos, como quando não colocaram em circulação, empregaram ou tiraram proveito do sistema de IA, ou quando comprovarem que o dano é decorrente de fato exclusivo da vítima ou de terceiros, ou ainda, de caso fortuito externo, o que de fato acaba por esvaziar a proteção ambiental.

---

9 Art. 48. O controlador deverá comunicar à autoridade nacional e ao titular a ocorrência de incidente de segurança que possa acarretar risco ou dano relevante aos titulares.

Vale lembrar que o julgamento do REsp 1374282/MG (STJ, 2014), tema 707, consolidou que a responsabilidade civil objetiva (art. 225, §3º, da CF e art. 14, §1º, da Lei n.º 6.938/1981) pelos danos ambientais é informada pela teoria do risco integral, onde, entre outros, esclarece-se que a atividade econômica pressupõe a preservação ambiental, estando os danos da atividade, sempre vinculados à ela, “por isso, descabe a invocação, pelo responsável pelo dano ambiental, de excludentes de responsabilidade civil”.

Salienta-se, ademais, que o princípio da reparação integral, em razão do bem jurídico envolvido – de uso comum do povo e das presentes e das futuras gerações – é identificado como princípio regente da responsabilidade civil ambiental no ordenamento jurídico brasileiro, tanto pela doutrina, quanto pela jurisprudência (Sarlet; Fensterseifer, 2022a, p. 612). Inclusive, ressalta-se que na decisão do STF, especificamente no RE 654833 (STF, 2020), ficou reconhecido que a reparação civil pelo dano ambiental não se sujeita aos limites impostos pelo instituto da prescrição, dado ser um patrimônio comum de toda humanidade.

De outro plano, no caso da prevenção, relacionada aos impactos ambientais já conhecidos, o PL da IA estabelece a responsabilidade do agente no sentido de antecipar o dano em sua origem, evitando sua ocorrência. Em outras palavras, valendo-se aqui da lição de Paulo de Bessa Antunes, aplica-se o dever de prevenção aos impactos em que é possível estabelecer um conjunto de nexos de causalidade suficientes para identificar os danos futuros mais prováveis (Antunes, 2008, p. 45).

Já no concernente ao princípio e dever de precaução, relacionado aos impactos incertos, recorre-se aos ensinamentos de Denninger (1993), para quem o pensamento contemporâneo científico é aquele em que se reconhece a impossibilidade de dominar de forma segura todos os impactos, consequências e externalidades negativas das técnicas criadas e utilizadas. Logo, teses opostas ao reconhecimento de eventual dano, ainda não amadurecidas de acordo com os critérios científicos pertinentes, não devem ter o condão de rechaçar as práticas protecionistas, uma vez que o conteúdo normativo da proteção ambiental estabelece que diante da dúvida e da incerteza científica, o operador deve ter de assumir uma postura precavida, cuidadoso em relação inclusive às futuras gerações.

No mesmo sentido, Gabriel Wedy (2018) esclarece que as incertezas científicas são um elemento constituinte do princípio da precaução, uma vez que o princípio estabelece o ceticismo como

mote. Explica que, especificamente quanto a dinamicidade do avanço tecnológico, não se pode mais falar em certezas, pois, conforme muito bem exposto por Ulrich Beck (1992), a modernidade produz “riscos que fogem da percepção humana.

Nessa perspectiva, para ilustrar o ponto, nos casos em que, apesar das medidas adotadas em nível de precaução e prevenção, se verifica a ocorrência de danos ambientais ou impactos diretamente relacionados ao clima estável, aplica-se o subsistema da responsabilidade civil objetiva e solidária própria do direito ambiental, regido pela doutrina do risco integral, nos termos do artigo 14, parágrafo 1º, da Lei n.º 6.938/81 e de seus desdobramentos legislativos e jurisprudenciais.

Outro ponto a destacar é que as lacunas legislativas existentes deverão ser colmatadas, atentando-se, todavia, para o fato de que as propostas legislativas – como é o caso do referido PL n.º 2338/2023, não devem buscar afastar e/ou diminuir o dever constitucional de proteção já imposto ao meio ambiente, seja ele a reparação integral, independentemente de culpa e excludentes de responsabilidade, caso contrário, consumada estaria, o retrocesso ambiental. Além disso, seguirá sendo papel do Poder Judiciário, devidamente provocado, dar respostas adequadas às situações fáticas verificadas, como no caso da utilização da IA na condição de instrumento de proteção climática.

## CONCLUSÃO

Como se pode perceber com base nas considerações precedentes, as tecnologias de IA, que têm evoluído com rapidez estonteante, embora tragam benefícios, também implicam impactos negativos em relação a direitos humanos e fundamentais de todas as dimensões. No que diz respeito aos efeitos positivos, a IA já tem sido utilizada para a proteção do meio ambiente, como é o caso (já desenvolvido) do enfrentamento das causas e efeitos das mudanças climáticas e da redução dos índices de poluição.

Todavia, mesmo no contexto de sua utilização para a proteção ambiental e enfrentamento das mudanças climáticas, a IA não pode ser manejada de qualquer modo, especialmente quando mediante o seu uso se está a afetar de modo manifestamente desproporcional e juridicamente ilegítimo, outros direitos humanos e fundamentais. Por tais razões, também na esfera ambiental assu-

mem nodal relevância os princípios e deveres da explicabilidade e da transparência, ademais da necessidade de revisão humana das decisões tomadas com base na utilização da IA, sem prejuízo de outros mecanismos de controle já previstos (como no caso da LGPD) ou a serem instituídos.

Soma-se a isso o fato de que, na esteira do já antecipado, na utilização da IA na esfera ambiental, devem ser observados também os princípios regentes do direito ambiental e climático, como é o caso, dentre outros, dos igualmente mencionados princípios e deveres de precaução e de prevenção, bem como da responsabilidade civil objetiva reforçada própria da seara do meio ambiente.

De qualquer sorte, as tecnologias de IA – que se encontram em contínuo processo de evolução e sofisticação – podem e devem, quando isso se revelar útil e adequado, ser utilizadas como instrumentos de proteção e promoção dos direitos humanos e fundamentais, em especial do direito a um meio ambiente ecologicamente equilibrado e a um clima íntegro, seguro e estável, sem, contudo, transformar a IA num instrumento autônomo e dissociado do controle humano, ou, pior do que isso, num fim em si mesmo.

## REFERÊNCIAS

- ANTUNES, Paulo de Bessa. **Direito ambiental**. 11. ed. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2008.
- ARBIX, Glauco. A transparência no centro da construção de uma IA ética. **Novos estudos**, CEBRAP, v. 39, n. 2, p. 395-413, maio/ago. 2020. Disponível em: [https://novosestudos.com.br/wp-content/uploads/2020/10/08\\_arbix\\_117\\_p394a413\\_baixa-1.pdf](https://novosestudos.com.br/wp-content/uploads/2020/10/08_arbix_117_p394a413_baixa-1.pdf). Acesso em: 20 out. 2023.
- BECK, Ulrich. **Risk society: towards a new modernity**. Translation by Mark Ritter. Londres: Sage, 1992.
- BRASIL. Senado Federal. **Projeto de Lei n.º 2338 de 2023**. Dispõe sobre o uso da IA. Brasília, 2023. Disponível em: <https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/157233>. Acesso em: 24 out. 2023.
- CALIENDO, Paulo. Algoritmos, vieses e tributação. **Interesse Público**, Belo Horizonte, ano 21, n. 123, set./out. 2020. Disponível em: <https://www.forumconhecimento.com.br/periodico/172/41981/92400>. Acesso em: 18 set. 2023.



- CARBONERA, Joel; GONÇALVES, Bernardo; SOUZA, Clarisse de. O problema da explicação em IA: considerações a partir da semiótica. **Teccogs: Revista Digital de Tecnologias Cognitivas**, TIDD, PUC-SP, São Paulo, n. 17, p. 59-75, jan./jun. 2018. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/teccogs/article/view/48590/32070>. Acesso em: 21 out. 2023.
- CENTRO GESTOR E OPERACIONAL DO SISTEMA DE PROTEÇÃO DA AMAZÔNIA (CENSIPAM). **Censipam busca parceria para uso de satélite japonês**. Brasília, 2019. Disponível em: <https://bit.ly/34tKOUg>. Acesso em: 8 set. 2023.
- COMISSÃO EUROPEIA PARA A EFICIÊNCIA DA JUSTIÇA (CEPEJ). **Carta ética europeia sobre o uso da IA em sistemas judiciais e seu ambiente**. Tradução livre de Teresa Germana Lopes de Azevedo. Foz do Iguaçu: CEPEJ, 2019. Disponível em: <https://emeron.tjro.jus.br/images/biblioteca/revistas/Avulso/CartaEticaEuropeia.pdf>. Acesso em: 18 set. 2023.
- DASTIN, Jeffrey. **Amazon scraps secret AI recruiting tool that showed bias against women**, [s.l.]: Reuters, 2018. Disponível em: <https://www.reuters.com/article/us-amazon-com-jobs-automation-insight-idUSKCN1MK08G>. Acesso em: 10 set. 2023.
- DENNINGER, Erhard. Racionalidad tecnológica, responsabilidad ética y derecho postmoderno. **Revista DOXA**, n. 14, 1993. Disponível em: [https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/10688/1/doxa14\\_17.pdf](https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/10688/1/doxa14_17.pdf). Acesso em: 24 out. 2023.
- DORAN, Derek; SCHULTZ, Sarah; BESOLD, Tarek. What Does Explainable AI Really Mean? A New Conceptualization of Perspectives. *In*: INTERNATIONAL WORKSHOP ON COMPREHENSIBILITY AND EXPLANATION IN AI AND ML, 1., 2017, Bari, Italy. **Proceedings** [...]. Bari: Tarek Besold, 2017. Disponível em: <https://arxiv.org/pdf/1710.00794.pdf>. Acesso em: 21 out. 2023.
- DRESSEL, Julia; FARID, Hany. The accuracy, fairness, and limits of predicting recidivism. **Science advances**, v. 4, n. 1, 2018. Disponível em: <https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.aao5580>. Acesso em: 18 set. 2023.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Inteligência artificial é aplicada para contar laranjas no pomar. EMBRAPA, 23 jul. 2019. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/45068629/inteligencia->

- artificial-e-aplicada-para-contar-laranjas-no-pomar. Acesso em: 13 mar. 2024.
- FREITAS, Juarez; FREITAS, Thomas Bellini: **Direito e IA**: Em defesa do humano. Belo Horizonte, Fórum, 2020, p. 96-99.
- GUTIERREZ, Andriei. É Possível Confiar em um Sistema de IA? Práticas em torno da melhoria da sua confiabilidade, segurança e evidências de accountability. *In*: FRAZÃO, Ana; MULHOLLAND, Caitlin. **IA e Direito**: ética, regulamentação e responsabilidade. São Paulo: Thomas Reuters Brasil, 2019.
- HOFFMANN-RIEM, Wolfgang. **Teoria Geral do Direito Digital**: transformação digital: desafios para o direito. Rio de Janeiro: Forense, 2021.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Informativo INPE**, Brasília, n. 2, 3 set. 2015. Disponível em: <https://bit.ly/3osOm19>. Acesso em: 2 set. 2023.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). Sobre o Satélite. São José dos Campos, **INPE**, [s. d.]. Disponível em: [http://www.inpe.br/amazonia1/sobre\\_satelite/](http://www.inpe.br/amazonia1/sobre_satelite/). Acesso em: 4 nov. 2023.
- INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). Amazonia-1, primeiro satélite 100% brasileiro, é lançado na Índia. Rio de Janeiro, **IPEA**, 4 mar. 2021. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/cts/pt/central-de-conteudo/noticias/noticias/239-amazonia-1-primeiro-satelite-100-brasileiro-e-lancado-na-india>. Acesso em: 4 nov. 2023.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Climate Change 2014**: synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Organized by R. K. Pachauri and L. A. Meyer. Geneva, Switzerland: IPCC, 2014. Disponível em: <https://bit.ly/2JauHTt>. Acesso em: 27 out. 2020. p. 5; 45.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Climate Change 2023**: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva, Switzerland: IPCC, 2023. p. 14; 51. Disponível em: [https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_SYR\\_FullVolume.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_FullVolume.pdf). Acesso em: 8 set. 2023.

- MCCARTHY, John; MINSKY, Marvin; ROCHESTER, Nathaniel; SHANNON, Claude. **A Proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence**. New Hampshire: Dartmouth College, 1955. Disponível em: <http://jmc.stanford.edu/articles/dartmouth/dartmouth.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2023.
- MICROSOFT CORPORATION; PRICE WATERHOUSE COOPERS (PWC). **How AI can enable a Sustainable Future**. Redmond, WA: Microsoft; PWC, 2020. Disponível em: <https://pwc.to/3mpF4RM>. Acesso em: 14 out. 2020. p. 8-9.
- MULHOLLAND, Caitlin; FRAJHOF, Isabella Z. IA e a Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais: breves anotações sobre o direito à explicação perante a tomada de decisões por meio de machine learning. *In*: FRAZÃO, Ana; MULHOLLAND, Caitlin (Coord.). **IA e Direito: Ética, Regulação e Responsabilidade**. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2019. p. 271-272.
- NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION (NASA). **Global Climate Change**. Ice sheet. Disponível em: <https://go.nasa.gov/2JaaRI3>. Acesso em: 6 out. 2020.
- PREVISIA. Conheça a PrevisIA. [s. l.], **PrevisIA**, 2023. Disponível em: <https://previsia.org.br/>. Acesso em: 15 abr. 2023.
- PRICE WATERHOUSE COOPERS BRASIL (PWC BRASIL). **Quem somos**. São Paulo, **PWC Brasil**, 2020. Disponível em: <https://pwc.to/2HChdPV>. Acesso em: 20 out. 2023).
- REICHEKT, Luis Alberto. Reflexões sobre IA aplicada ao Direito Processual Civil: o desafio da transparência dos algoritmos sob a ótica dos direitos fundamentais processuais. **Revista de Processo**, v. 315, p. 377-393, maio 2021.
- ROBBINS, Scott. A Misdirected Principle With a Catch: Explicability for AI. **Minds and Machines**, n. 29, p. 495-514, 2019. Disponível em: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s11023-019-09509-3.pdf>. Acesso em: 18 set. 2023.
- RODRIGUES, Nadir. IA é aplicada para contar laranjas no pomar. Brasília, **EMBRAPA**, 23 jul. 2019. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/45068629/inteligencia-artificial-e-aplicada-para-contar-laranjas-no-pomar>. Acesso em: 4 nov. 2023.
- SANTANA, Irene. IA diferencia e conta plantas de macaúba e babaçu no campo. Brasília, **EMBRAPA**, 20 jul. 2021. Disponível em:

<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/63599388/inteligencia-artificial-diferencia-e-conta-plantas-de-macauba-e-babacu-no-campo>. Acesso em: 4 nov. 2023.

SARLET, Gabrielle Bezerra Sales. A IA no Contexto Atual: uma Análise à Luz das Neurociências Voltada para uma Proposta de Emolduramento Ético e Jurídico. **Revista de Direito Público – RDP**, Brasília, v. 18, n. 100, p. 252-305, out./dez. 2021. Disponível em: <https://www.portaldeperiodicos.idp.edu.br/direitopublico/article/view/5214/pdf>. Acesso em: 11 jul. 2023.

SARLET, Ingo Wolfgang; FENSTERSEIFER, Tiago. **Curso de Direito Ambiental**. 3. ed. Rio de Janeiro: Forense, 2022a.

SARLET, Ingo Wolfgang; FENSTERSEIFER, Tiago. Direitos Fundamentais e Deveres de Proteção Climática na Constituição Brasileira de 1988. **Revista de Direito Ambiental**. v. 108, p. 77-108, out./dez. 2022b.

SARLET, Ingo Wolfgang; FENSTERSEIFER, Tiago. Fundamental rights theory and climate protection through the lens of the Brazilian Constitution. **e-Publica**. v. 9. n. 3, p. 26-54, dez. 2022c. Disponível em: <https://e-publica.pt/article/57628-fundamental-rights-theory-and-climate-protection-through-the-lens-of-the-brazilian-constitution>. Acesso em: 1 out. 2023.

SARLET, Ingo Wolfgang; FENSTERSEIFER, Tiago. **Princípios do Direito Ambiental**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2017.

SARLET, Ingo Wolfgang; MOLINARO, Carlos Alberto. Direito à Informação e Direito de Acesso à Informação como Direitos Fundamentais na Constituição Brasileira. **Revista da AGU**, Brasília-DF, ano XIII, n. 42, p. 9-38, out./dez. 2014. Disponível em: [https://repositorio.pucrs.br/dspace/bitstream/10923/11403/2/Direito\\_a\\_768\\_Informacao\\_807\\_a\\_771\\_o\\_e\\_Direito\\_de\\_Acesso\\_a\\_768\\_Informacao\\_807\\_a\\_771\\_o\\_como\\_Direitos\\_Fundamentais\\_na.pdf](https://repositorio.pucrs.br/dspace/bitstream/10923/11403/2/Direito_a_768_Informacao_807_a_771_o_e_Direito_de_Acesso_a_768_Informacao_807_a_771_o_como_Direitos_Fundamentais_na.pdf). Acesso em: 22 out. 2023.

SARLET, Ingo Wolfgang; SARLET, Gabrielle Bezerra Sales. Separação informacional de poderes e devido processo informacional. **Consultor Jurídico**, São Paulo, 13 maio 2022. Disponível em: <https://www.conjur.com.br/2022-mai-13/direitos-fundamentais-separacao-informacional-poderes-devido-processo-informacional-ordem-juridico-constitucional-brasileira>. Acesso em: 21 out. 2023.

- SMITH, Elliott. A IA pode ser a chave para a preservação da Floresta Amazônica. São Paulo, **Microsoft**, 6 set. 2023. Disponível em: <https://news.microsoft.com/source/latam/features/ia-pt-br/amazonia-ia-floresta-desmatamento/?lang=pt-br>. Acesso em: 4 nov. 2023.
- STEIBEL, Fabro; VICENTE, Victor Freitas; JESUS, Diego Santos Vieira de. Possibilidades e Potenciais da Utilização da IA. *In: FRAZÃO, Ana; MULHOLLAND, Caitlin. IA e Direito: ética, regulamentação e responsabilidade*. São Paulo: Thomas Reuters Brasil, 2019.
- STEIBEL, Fabro; VICENTE, Victor Freitas; JESUS, Diego Santos Vieira de; SARLET, Ingo Wolfgang; SARLET, Gabrielle Bezerra Sales. Tecno-autoritarismo, tecno-fascismo societal, democracia e proteção de dados. **Consultor Jurídico**, São Paulo, 13 nov. 2022. Disponível em: <https://www.conjur.com.br/2022-nov-13/direitos-fundamentais-tecno-autoritarismo-tecno-fascismo-societal-protexao-dados>. Acesso em: 3 out. 2023.
- STEINER, Christopher. **Automate This**: how algorithms came to rule our world. New York: Penguin Group, 2012. p. 25.
- SUPERIOR TRIBUNAL DE JUSTIÇA (STJ). Segunda Seção. REsp 1374284/MG 2012/0108265-7. Tema 707. Relator Ministro Luis Felipe Salomão. Data de Julgamento: 27/08/2014. Data de Publicação: DJe 05/09/2014.
- SUPREMO TRIBUNAL FEDERAL (STF) Tribunal Pleno. **ADO 59/DF**. Relatora Ministra Rosa Weber. Data de Julgamento: 03/11/2022. Data de Publicação: Processo Eletrônico DJe-s/n DIVULG 15-08-2023 PUBLIC 16-08-2023.
- SUPREMO TRIBUNAL FEDERAL (STF). **ADPF N. 708/DF**: Relator Ministro Roberto Barroso. Data de Julgamento: 03/05/2021, Data de Publicação: 04/05/2021.
- SUPREMO TRIBUNAL FEDERAL (STF). **ADPF 760/DF**. Relator Ministro Luiz Fux. Data de Julgamento: 16/11/2020, Data de Publicação: 17/11/2020.
- SUPREMO TRIBUNAL FEDERAL (STF) Tribunal Pleno. **RE 654833. TEMA 999**. Relator Ministro Alexandre de Moraes. Data de Julgamento: 20/04/2020, Tribunal Pleno, Data de Publicação: 24/06/2020.
- TEIXEIRA, João de Fernandes; QUILICI GONZALES, Maria Eugênia. IA e Teoria de Resolução de Problemas. São Paulo, **Trans/**

- Form/Ação, Revista de Filosofia da Unesp**, v. 6, 1983. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/trans/v6/v6a06.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2023.
- TELHADO, Samuel Filipe Pelicano; CAPDEVILLE, Guy de (eds.). **Tecnologias Poupa-Terra 2021**. Brasília: Embrapa, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1131517/tecnologias-poupa-terra-2021>. Acesso em: 4 nov. 2023.
- UNIÃO EUROPEIA (UE). COM/2021/0206. **Artificial Intelligence Act**. Bruxelas: UE, 2021. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A52021PC0206>. Acesso em: 24 out. 2023.
- UNITED KINGDOM (UK). Commission for Racial Equality. **Medical School Admissions**: Report of a formal investigation into St. George's Hospital Medical School, 1988. p. 6. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/pdf/community.28327674.pdf>. Acesso em: 10 set. 2023.
- UNITED NATIONS (UN). **Environmental rule of law**: first global report. Nairobi, Kenya: UN Environment, 2019. Disponível em: [https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/27279/Environmental\\_rule\\_of\\_law.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/27279/Environmental_rule_of_law.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Acesso em 20 out. 2023.
- VAN BEKKUM, Marvin; BORGESIU, Frederik Zuiderveen. Digital welfare fraud detection and the Dutch SyRI judgment. **European Journal of Social Security**, v. 23, n. 4, p. 323-340, 2021. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/13882627211031257>. Acesso em: 15 set. 2023.
- WEDY, Gabriel; SARLET, Ingo Wolfgang; FENSTERSEIFER, Tiago (org.). **Curso de direito climático**. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2023.
- WEDY, Gabriel. Uma análise sobre o princípio da precaução e a incerteza científica. **Consultor Jurídico**, São Paulo, 17 mar. 2018. Disponível em: <https://www.conjur.com.br/2018-mar-17/ambiente-juridico-analise-principio-precaucao-incerteza-cientifica/>. Acesso em: 10 nov. 2023.

## CRÍTICA HERMENÊUTICA DO DIREITO E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

*Lenio Luiz Streck<sup>1</sup>*  
*Luã Nogueira Jung<sup>2</sup>*

### INTRODUÇÃO

Vivemos uma época de grande avanço do aspecto técnico da vida humana, mesmo se a compararmos com outros períodos históricos recentes nos quais a ciência e a manipulação da natureza alteraram indelevelmente as relações sociais e a própria autocompreensão do ser humano. A progressão geométrica com que as ciências naturais aprofundam cada vez mais o conhecimento de certas dimensões da realidade, muitas até então não concebidas, e, ao mesmo tempo, criam dimensões da realidade, como no caso do mundo digital, leva-nos a acreditar que cabem a elas, às ciências naturais, determinar o que é o real em si ou como um todo. A partir desta problemática pressuposição, acredita-se que as únicas respostas verdadeiras, inclusive sobre o que é o ser humano e seus objetos particulares de reflexão – práticas, instituições e valores – são limitadas pela explicação das ciências naturais.

---

1 Doutor em Direito pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) com pós-doutorado pela Faculdade de Direito da Universidade de Lisboa (FDUL). Professor titular da Universidade do Vale do Rio Sinos (Unisinos/RS) e da Universidade Estácio de Sá (Unesa/RJ). Coordenador do Dasein – Núcleo de Estudos Hermenêuticos. E-mail: para contato: lenios.1@lwmail.com.br. Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-8267-7514>.

2 Doutor e mestre em Filosofia pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS). Pós-doutorando em Direito Público pela Universidade do Rio dos Sinos (Unisinos). Membro do Dasein – Núcleo de Estudos Hermenêuticos. Advogado. E-mail: para contato: lnogueirajung@gmail.com. Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-5759-8945>.

Um exemplo paradigmático, nesse sentido, é a associação da neurociência com a ciência da computação. Acredita-se que, através do mapeamento cerebral e da possibilidade de codificação deste processo, definir-se-á o conceito de mente e, portanto, de humano. Será possível, então, predizer matematicamente estados de consciência e suas consequências práticas e reproduzir artificialmente tais estados de consciência. Uma vez atingido este estágio, próximo de ser alcançado, encerram-se os debates “místicos” e seculares sobre todos os demais aspectos controversos da vida humana, considerados como epifenômenos. Este quadro representa aquilo que alguns autores chamam de naturalismo, fisicalismo ou materialismo e, especificamente em relação à definição de conceitos como a mente, neurocentrismo ou cérebrocentrismo.<sup>3</sup>

Animados com a possibilidade de ter rapidamente em mãos a chave mestra do real e, assim, acesso a oportunidades pragmáticas decorrentes desta forma de pensar, os seus defensores ignoram que tal concepção depende de certas condições teóricas que não são elas mesmas autenticadas pelo método científico em seu sentido contemporâneo. Uma destas condições teóricas que é ignorada pelo naturalismo é a linguagem. Parte-se da pressuposição de que a linguagem é apenas uma ferramenta para a descrição e transmissão dos dados do mundo apreendidos pela mente. Linguagem, nesse sentido, é um instrumento de designação da realidade externa à consciência (e, afinal de contas, da própria consciência objetificada em dados).

Esta, todavia, não é uma concepção nova acerca da linguagem e tampouco incontroversa. A negação da história da filosofia e das assim chamadas ciências humanas pelo naturalismo contemporâneo implica a ignorância ou desdém em relação ao fato de que suas pressuposições, como esta acerca da linguagem, são há muito tempo objeto de disputas teóricas.

Diante de sua “eficiência”, no entanto, o naturalismo, pautado por uma noção designativa de linguagem, penetra cada vez mais nos discursos acerca dos mais variados temas e faz com que os critérios de sucesso da investigação científica passem a ser os critérios de todas as áreas de reflexão. Isto ocorre em diferentes matérias atualmente. Na psicologia, na antropologia, por exemplo, e, especialmente relacionado a este texto, no direito.

3 GABRIEL, Markus. **Neo-Existentialism**: How to Conceive of the Human Mind after Naturalism Failure. Cambridge: Polity, 2018; FUCHS, Thomas. **Verteidigung des Menschen**: Grundfragen einer Verkörperten Anthropologie. Berlin: Suhrkamp Verlag, 2020.



Nesse sentido, dissemina-se cada vez mais no âmbito jurídico a ideia de que esta prática e as questões que giram em seu entorno poderão ter seu significado exaurido e as ações que lhe são constitutivas premeditadas pelo referido mapeamento do ente humano e subsequente reprodução artificial por algoritmos. Tal movimento se expande a partir de diferentes disciplinas que servem de base para concepções particulares acerca daquilo que o direito é. Todas giram em torno do consenso de que o direito é mais um fato a ser descrito e quantificado pela objetividade científica.

Ao perder a sua dimensão compreensiva, isto é, de significação, de normatividade e, portanto, de justificação conceitual e linguística, os conceitos relativos à prática jurídica passam a ser um problema meramente empírico. Em outras palavras, o direito passa a ser considerado apenas como aquilo que os seus agentes e, particularmente, os seus agentes investidos de poder, dizem que é. À teoria do direito, portanto, incumbe a missão de analisar o processo que leva tais agentes a se pronunciarem desta ou daquela maneira. Uma vez reconstruído tal processo e, eventualmente, desenvolvida uma simulação virtual do mesmo, as questões ancestrais sobre o sentido e fundamentação de conceitos e proposições jurídicas se torna despicienda ou frívola. É curioso notar, nesse sentido, como a abordagem supostamente mais científica e objetiva de uma prática humana como o direito conduz esta prática a sua formulação mais subjetivista: o realismo jurídico.

Como delineado, todavia, a tranquilidade e autoevidência epistemológica sob a qual o naturalismo está assentado possui bases teóricas controvertidas ao longo da história da filosofia. Este movimento teórico ganhou proeminência na modernidade, sendo um de seus elementos constitutivos e, desde então, passou por modificações pontuais que lhe conferiram distintas classificações taxonômicas: empirismo, materialismo, positivismo etc. Como também referido acima, tal quadro teórico é acompanhado de uma concepção meramente designativa da linguagem. No entanto, ao mesmo tempo em que tais correntes ganharam cada vez mais espaços no discurso social e teórico de suas respectivas épocas, é notável o desenvolvimento de alternativas a este modelo reducionista de compreensão da realidade, da linguagem e do próprio ser humano.

Entre os séculos XVIII e XIX, constata-se uma série de revoltas a este reducionismo nada “inovador”. Dentre tantos pontos de divergência, destacam-se as críticas à concepção meramente designativa da linguagem, à postura objetificante do mundo e do homem,

assim como à exaltação da instrumentalidade e quantificação da natureza de maneira geral. Em contraposição às características acima mencionadas, desenvolvem-se alternativas que privilegiam o aspecto constitutivo da linguagem, a autodeterminação do ser humano e a exaltação da cultura e historicidade como formas de manifestação da dimensão espiritual da vida humana. A partir do romantismo e do idealismo alemão, nesse sentido, podemos identificar preocupações centrais que constituirão a base do que hoje chamamos de tradição hermenêutica.

De acordo com esta tradição, práticas como o direito passaram a ser concebidas como algo além de epifenômenos resultantes das relações de causa e efeito descritas por um método arquimediano. O direito, assim como demais disciplinas humanas ou, como enfatiza Dilthey, as *Geisteswissenschaften*, tornam-se problema dotado de sentido, de significação. Muda-se a abordagem *explicativa* por uma abordagem *compreensiva*. O método científico é substituído pela questão acerca da natureza da interpretação e compreensão.

No cenário atual, todavia, como acima apontado, a concepção naturalista acerca do mundo, do humano e das instituições atua como predadora de diferentes áreas do saber que receberam pela tradição o nome de ciências do espírito (*Geisteswissenschaften*), ciências humanas ou simplesmente humanidades. Com o direito, a situação não é diferente. Nos tópicos seguintes, pretendemos explorar a maneira como isso se manifesta no discurso jurídico e, especificamente, no direito brasileiro.

A presente análise parte do paradigma hermenêutico, incorporado à teoria brasileira do direito pela CHD – Crítica Hermenêutica do Direito. A palavra “crítica”, nesse sentido, possui um significado particular para a história da filosofia. A partir dela, questionamo-nos sobre as condições de possibilidade de um fenômeno ou prática. No nosso caso, trata-se da interpretação jurídica. Sabemos que, ao longo do século XX, pelo menos, temas como a historicidade, intersubjetividade linguística e aplicação se tornaram marcos a partir dos quais podemos falar em compreensão/interpretação.

Diante desses conceitos, entre outros, incorporados à teoria brasileira do direito em diferentes textos e obras<sup>4</sup>, propomos uma constante revisão epistemológica de teorias e modismos que se consolidam no imaginário dos juristas brasileiros com o objetivo de, a partir deste diálogo crítico, fortalecer a cultura teórica do direito.

---

4 STRECK, Lenio. **Hermenêutica jurídica e(m) crise**: uma exploração hermenêutica da construção do Direito. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2013.

Nesse sentido, promovemos aqui alguns questionamentos sobre o novo espectro que ronda cada vez mais círculos institucionais e acadêmicos: a ideia de que robôs podem interpretar. O que é isto – a interpretação? Como desenvolveremos a seguir, esta questão nos leva a diversos problemas para os quais nem sempre há uma resposta definitiva (como normalmente é o caso das perguntas filosóficas). A resolução de tais problemas, sem dúvida, conta com o auxílio das ciências naturais, mas estas, no entanto, não guardam precedência em relação àqueles e nem os determinam. Esse é o ponto, em sentido mais amplo, para o qual gostaríamos de chamar atenção nos breves parágrafos a seguir.

## O REALISMO JURÍDICO 2.0

Em artigo intitulado *Heidegger and the Theory of Adjudication*, Brian Leiter analisa a utilidade da filosofia hermenêutica desenvolvida por Martin Heidegger para uma teoria da decisão judicial. Após tecer considerações acerca daquilo que Heidegger denomina de *como hermenêutico*, ou seja, o nível pré-compreensivo e antepredicativo de *Dasein*, Leiter conclui que “se nós não podemos (assim como Heidegger nos faz acreditar) descrever teoricamente como juízes decidem casos, então nós não poderemos dizer a eles com qualquer especificidade como eles deveriam decidir” (Leiter, 1996, p. 281). Independentemente da argumentação que leva Leiter a tal conclusão sobre a possibilidade de contribuição da filosofia hermenêutica para uma teoria da decisão, é notável a alternativa sugerida pelo autor diante da suposta impossibilidade de uma teoria normativa:

Assim como os argumentos heideggerianos contra uma teoria do *Background*, estes argumentos sugerem que perspectivas para uma frutífera teoria normativa da decisão possam ser obscuras. Uma resposta para este dilema seria visitar a ideia do realismo jurídico de objetivar *apenas* uma teoria descritiva adequada do que as cortes realmente fazem, não em termos do que elas dizem que fazem, mas em termos do que *causa* elas a fazer o que fazem. Tal teoria abandonaria o objetivo tradicional de prover uma reconstrução racional das razões dos juízes. Se bem sucedida, tal teoria produziria algo muito mais prático: um guia para aquilo que os juízes farão.

Proponho em outro lugar que tal abordagem ‘naturalizada’ para a jurisprudência (como eu a chamo) garante considerações mais sérias do que muitos filósofos do direito anglo-americanos pensariam. Sob esta luz, nós podemos entender os argumentos de Heidegger contra a possibilidade de desenvolver uma teoria do *Background* como fornecendo apenas uma relevante razão para abandonar a teoria normativa, e assumindo o ‘giro naturalista’ na filosofia do direito (Leiter, 1996, p. 282).

Contemporaneamente, o “giro naturalista” a que Leiter faz referência (ironicamente à expressão “giro linguístico”) diz respeito ao quadro acima delineado, segundo o qual o “mundo” em sentido absoluto se resume aos objetos investigados pelas ciências naturais. Com efeito, de acordo com essa perspectiva, o ser humano e suas instituições também devem ser definidos a partir da investigação empírica. Tal reducionismo implica a desconsideração de teorias normativas, seja em relação ao direito como em relação à moral. Estes fenômenos devem ser *explicados* a partir das relações causais que os produzem, e não justificados ou *compreendidos*. Como diriam os empiristas lógicos, proposições normativas são contrassensos ou pseudoproposições, carentes de valor de verdade.

Em que pesem os danos e os equívocos teóricos (os quais serão abordados no próximo tópico) desta autocompreensão humana, o fato é que, a cada dia, o naturalismo coloniza mais territórios teóricos. Como aponta a conclusão a que chega Leiter em seu texto supra referido, este é também o caso do direito. Em termos histórico-filosóficos, as correntes realistas do direito sempre estiveram vinculadas ao empirismo, ou seja, uma faceta do que aqui chamamos de naturalismo filosófico. Veja-se o caso, por exemplo, de Alf Ross ou Oliver Wendell Holmes Jr., o qual, no fim do século XIX, já propunha o mesmo caminho indicado por Leiter: “*The prophecies of what the courts will do in fact, and nothing more pretentious, are what I mean by the law*” (Holmes Jr., 1897). Assim, portanto, nem o reducionismo metafísico correspondente ao naturalismo filosófico e nem a sua decorrência no campo da teoria do direito, o realismo jurídico, são novidades.

Todavia, o desenvolvimento contemporâneo da neurociência e ciência da computação propicia o surgimento de novas versões de realismo jurídico. Poderíamos chamá-las de realismo jurídico 2.0 ou realismo jurídico *high-tech*. A sua concepção de direito e a tarefa dos juristas e teóricos nela pressuposta não é distinta em relação ao realismo jurídico *old school*: o direito é aquilo que os tribunais dizem que é, e o papel da doutrina circunscreve-se a analisar as causas que

levam a jurisprudência a decidir em determinada direção e, assim, prever os seus resultados. Todavia, a nova versão do realismo jurídico, embalada pelas descobertas de campos científicos os quais, ao mapearem o funcionamento do cérebro, acreditam decifrar a consciência humana, agrega-as à antiga (e mofada) concepção descritiva ou não normativa do direito.

No direito brasileiro, por exemplo, houve recente alteração da Resolução nº 75 do CNJ, que regulamenta os concursos para a magistratura em âmbito nacional, incluindo-se disciplinas obrigatórias. Na oportunidade, foram incluídos temas como “economia comportamental, heurística e vieses cognitivos, processo cognitivo de tomada de decisão, função judicial e pragmatismo, antifundacionalismo, contextualismo, consequencialismo, racionalismo e empirismo, dialética e utilitarismo”<sup>5</sup>. A inclusão de tais matérias foi justificada pelo Ministro Presidente do CNJ, Luiz Fux, o qual afirmou em voto a respeito que a LINDB – Lei de Introdução às normas do Direito Brasileiro – consagra o pragmatismo e seus alicerces (antifundacionalismo, contextualismo e consequencialismo) no direito brasileiro.

Após nossa crítica a tal proposta<sup>6</sup>, destacando a precedência da filosofia do direito em relação à formação da magistratura e os perigos do realismo jurídico implicado na questão, Ricardo de Lins e Horta publicou uma resposta a Streck, em favor da alteração curricular proposta pelo CNJ. Neste texto<sup>7</sup>, Horta (2021) questiona a “visão segundo a qual juízes seriam *‘melhores tomadores de decisão’* caso estudassem *‘mais Dworkin, ou mais Alexy’*”, e que “o estudo de teorias hermenêuticas por si só não garante a formação de bons julgadores justamente porque há estudos que sugerem que a escolha do método interpretativo pode ser resultante da motivação político-ideológica: o julgador pode buscar aquele autor ou teoria do Direito que lhe convenha, desde que justifique uma decisão alinhada com suas preferências e crenças iniciais”. Assim, Horta afirma que

É fundamental, assim, que ao estudar *“A percepção de Justiça”*, como pretende a nova resolução do CNJ, aspirantes a magistrados entendam que o modo-padrão do raciocínio humano não é a busca da verdade, é o “racio-

5 Ver, neste sentido, <https://atos.cnj.jus.br/atos/detalhar/100>.

6 Ver, para tanto, a crítica de Streck publicada no Conjur: <https://www.conjur.com.br/2021-set-23/senso-incomum-cnj-mudar-concurso-juiz-boa-cursinhos>.

7 Sobre a resposta de Ricardo de Lins e Horta, consultar: <https://www.conjur.com.br/2021-out-05/horta-heurísticas-vieses-concursos-magistratura>.

cínio motivado”. As pessoas chegam mais facilmente a conclusões a que desejam chegar de antemão, e seus objetivos implícitos, incluindo motivações político-ideológicas, direcionam seu processo cognitivo. Com efeito, o “justo” é frequentemente o autointeresse remodelado como um bom discurso de justificação, mas as pessoas não se dão conta disso conscientemente. Psicólogos sabem há décadas que temos um “ponto cego” para nossos próprios vieses (*bias blind spot*) (Horta, 2021).

De acordo com esta perspectiva implementada pelo CNJ e sustentada por Horta, a esperada neutralidade ou imparcialidade do intérprete, principalmente os juízes, está sempre ameaçada por “vieses cognitivos”, “distorções cognitivas que costumam levar o intérprete a erros sistemáticos e avaliação e controle” (Freitas, 2013, p. 225). O objeto de estudo da psicologia cognitiva, disciplina que, ao lado economia comportamental, sustenta esta nova versão de realismo jurídico, circunscreve-se a (i) “a mente (i.e., a atividade mental, como memória, pensamentos e sentimentos); (ii) “o cérebro (i.e., os processos biológicos dos quais resulta a atividade mental, tal como a ação das células nervosas e reações químicas associadas) e (iii) “comportamento (i.e., os movimentos corporais, as ações intencionais e ampla variedade de ações físicas, sutis ou complexas, que ocorrem nos organismos) (Costa, 2018, p. 47).

Cabe interrogar, todavia: qual conceito de “mente” é pressuposto pela psicologia cognitiva e economia comportamental? De acordo com a citação acima, a mente seria o resultado dos processos biológicos que estruturam o funcionamento do cérebro. E o comportamento, por sua vez, o produto final desta cadeia causal.

A redução de fenômenos humanos a relações causais, em contraposição ao espaço das razões de que trata Willfrid Sellars, parte de uma teoria “desencantada” (*entzaubert*) sobre a origem daquilo que chamamos de mente. Nesse sentido, para Daniel Dennet, “a mente é o cérebro” (Dennett, 1991, p. 33). Segundo o autor, “nós podemos (em princípio!) explicar cada fenômeno mental usando os mesmos princípios físicos, leis, e matéria prima suficientes para explicar radioatividade, deriva continental, fotossíntese, reprodução, nutrição e crescimento” (Dennett, 1991, p. 33). Um exemplo deste quadro naturalista é a famosa publicação de Richard Dawkins, *O gene egoísta*. De acordo com Dawkins, os homens são “máquinas de sobrevivência – veículos robóticos cegamente programados para preservar moléculas egoístas como os genes” (Dennett, 1991, p. 33). Tal imagem do ser humano conduz-nos à concepção segundo a qual a consciência humana é

equiparável a um software e o cérebro, por sua vez, a um hardware. A evolução, portanto, consistiria no desenvolvimento da capacidade de armazenamento de dados e a possibilidade de utilização dos mesmos em função da sobrevivência. Nesse sentido, portanto, a própria ideia de razão é limitada ao uso instrumental ou utilitário.

A equiparação do processo de consciência humana a uma estrutura mecânica semelhante a computadores leva autores como Ray Kurzweil a anteciparem cenários em que o desenvolvimento tecnológico propiciará a criação de uma inteligência artificial que substituirá a inteligência humana. Para tal perspectiva, “a tecnologia é a evolução por outros meios” (Kurzweil, 2000, p. 59) e, nesse sentido, “a tecnologia computacional também é um processo evolucionário, e também constrói o seu próprio progresso” (Kurzweil, 2000, p. 103). No livro *The age of spiritual machines: when computers exceed human intelligence*, o autor prevê, por exemplo, que será possível transpor consciências individuais orgânicas a hardwares e que, assim, tais consciências poderão viver eternamente de forma decodificada. Como comento em outro texto, em que pese o caráter produtivo destas hipóteses em termos de imaginação, que nos possibilitam

conceber realidades e possibilidades de interação com máquinas que pareceriam improváveis há pouco tempo, isto que chamo de neodarwinismo tecnológico pode vir a representar, para além daquilo que chamamos de pós-humanismo, um trans-humanismo (Jung, 2021, p. 137).

Como afirma Markus Gabriel (2018, p. 66), “humanos vivem a sua vida sob a luz de uma concepção sobre o que o ser humano é”. Nesse sentido, a concepção naturalista acerca do humano, a qual se vincula às defesas da possibilidade de inteligência artificial em sentido forte, consideram-se amorais ou não normativas. Tal auto-compreensão, entretanto, não é isenta de consequências morais, sociais e políticas graves e flagrantes. Basta vermos como a suposta neutralidade normativa do naturalismo filosófico, segundo a qual os seres humanos são simplesmente máquinas biológicas portadoras de dados e, assim, sujeitas a *inputs* e *outputs*, atende a interesses mercadológicos e políticos que colocam em cheque princípios como o da dignidade humana. Afinal, como conceber tal princípio moral, ancorado na ideia de autonomia, quando somos apenas máquinas cujo comportamento pode ser antevisto pela neurociência ou pela economia comportamental ou qualquer outra concepção determi-

nista? Esta ideologia objetificadora do ser humano também corrompe, como os fatos indicam, estruturas políticas democráticas<sup>8</sup>.

A equiparação da consciência ao mecanismo computacional de *input* e *output* é representada pelo teste de Turing. Em artigo chamado *Computing Machinery and Intelligence*, Allan Turing propôs que, se desenvolvêssemos uma máquina suficientemente eficiente em termos de processamento a ponto de, sob avaliação de um terceiro agente, a mesma interagisse de maneira indistinguível em relação a um outro ser humano, estaríamos diante de uma inteligência artificial em sentido forte. Tal hipótese pressupõe que a consciência humana seja algo meramente exterior, ou seja, age de forma adequada diante de determinados estímulos.

Confrontando o teste de Turing, John Searle desenvolveu o famoso experimento da sala chinesa, em que alguém que não entende nada de mandarim está trancado em um recinto com determinada quantidade de ideogramas e com um computador. Ao receber perguntas em mandarim, a pessoa insere os ideogramas no computador, que responde adequadamente aos símbolos. Com a resposta fornecida pelo computador, a pessoa trancada entrega esta resposta por outra porta. Assim, podemos conceber os símbolos em mandarim como *inputs*, que entram por uma porta, e as respostas correspondentes que saem pela outra, como *outputs*. Todavia, nem a pessoa que realiza o trabalho e nem o computador que processa os símbolos possuem consciência acerca do *significado* dos símbolos em questão. Searle afirma, nesse sentido, “porque o programa é puramente formal ou sintático, e porque mentes têm conteúdos mentais ou semânticos, qualquer tentativa de produzir uma mente apenas com programas de computador deixa de lado as características essenciais da mente” (Searle, 2006, p. 69).

Tal experimento revela que a compreensão da mente e de seus fenômenos não pode se resumir a externalidades, mas deve, também, levar em consideração a dimensão semântica e pragmática em que nossos juízos se situam. Assim, as teorias comportamentais em que se baseiam a nova face do realismo jurídico anteriormente mencionada, ao situarem a “mente” apenas na dimensão *explicativa*, causal, desconsideram o nível de *compreensão* da consciência, isto é,

8 Ver, nesse sentido: BRODNIG, Ingrid. **Übermacht im Netz**: Warum wir für ein gerechtes Internet kämpfen müssen. Wien, Österreich: Brandstätter Verlag, 2019. Ver também: JUNG, Luã. Da proteção de dados às *fake news*: por uma abordagem interdisciplinar. In: GUADAGNIN, Renata; JUNG, Luã (org.). **Internet, direito e filosofia**: leituras interdisciplinares. Porto Alegre: Fundação Fênix, 2021. p. 113-134.



o aspecto linguístico-prático em que os conceitos que guiam a ação (*agency*) estão sujeitos à justificação intersubjetiva. Nesse sentido, o ser humano e sua capacidade de julgamento são vistos a partir do dualismo cartesiano entre *res extensa* e *res cogitans*, como simples mecanismo da natureza.

O resultado desta concepção geral, que, como apontado, pressupõe noções de ontologia, epistemologia, filosofia da mente e antropologia, aplicado ao direito, como observado, cristaliza-se em uma versão técnica, no sentido heideggeriano, do realismo jurídico. Como delineado, o primeiro plano desta perspectiva é traçar o funcionamento da mente humana e de suas instituições segundo uma leitura mecanicista e, uma vez traduzido este para uma linguagem algorítmica, seria possível antecipar as possibilidades de julgamento de um juiz ou corte. O segundo passo seria a substituição de julgadores humanos por juízes robôs.

Nesse sentido, questionamos no próximo tópico esta possibilidade. Pressupõe-se que a atividade de julgar é acompanhada pela possibilidade de interpretação. Portanto, se robôs substituirão juízes, é importante considerar a teoria da interpretação que sustenta, na perspectiva naturalista do direito, essa possibilidade.

## A VELHA DICOTOMIA ENTRE CASOS FÁCEIS E DIFÍCEIS

Afinal, quais são as transformações que o desenvolvimento da inteligência artificial implicará no exercício do Poder Judiciário? De acordo com uma perspectiva modesta, mas otimista, “juízes-robô irão decidir litígios do início ao fim e humanos se tornam uma espécie de instância recursal. Ainda assim tal tipo de uso será restrito aos casos de baixa complexidade e que portam pouco ou nenhum poder discricionário por parte dos juízes (casos que não fogem, portanto, da aplicação padrão da norma)” (Boeing; Rosa; 2020, p. 92). Tal consideração faz eco à (já) antiquada distinção entre casos fáceis e casos difíceis que se estabeleceu na doutrina brasileira nos últimos anos. A partir desta distinção, desenvolveu-se a noção de que a atividade judicante e, portanto, a interpretação jurídica, possuiria dois níveis de complexidade que exigiram metodologias distintas de tratamento.

O primeiro nível, o dos *easy cases*, representaria os casos de mera aplicação de regras positivadas a fatos. Vale, nessa hipótese, a noção de “tudo ou nada” sobre a qual fala Robert Alexy em relação o tratamento de regras jurídicas, ou, em outras palavras, a lógica de

mera subsunção entre um enunciado geral e um fato particular. O segundo nível, relativo aos *hard cases*, exigiria técnicas argumentativas sintetizadas pela ideia de “ponderação”. Diante da complexidade e relatividade de conceitos normativos intitulados como princípios, cuja aplicação se faz necessária onde não há regra específica e clara a ser aplicada, restariam aos julgadores “ampla margem de discricionariedade” (Barroso, 2013, p. 148; 149; 152). Tal dicotomia entre casos fáceis e casos difíceis, que hoje conforma a futura divisão de trabalho entre juízes robôs e juízes humanos, já foi explorado pelos autores do presente texto em diferentes oportunidades.

Como defendido alhures, por exemplo, “regras não estão ligadas/limitadas à subsunção; princípios não são ínsitos às teorias argumentativas. Em outras palavras, princípios não se constituem em álibis teóricos para suplantarem problemas metodológicos oriundos da “insuficiência” das regras” (Streck, 2011, p. 297). Em sentido semelhante, Laurence Tribe e Michal Dorf (1991, p. xxii) afirmam que “é um erro básico supor que os grandes problemas de interpretação só aparecem nos casos difíceis – apenas quando o objeto tratado se refere a aspectos para os quais o texto é vago ou ambíguo”. De acordo com os autores, “esta é a armadilha favorita de determinados críticos da *Supreme Court*, que apontam as discordâncias entre os juízes como se quisessem dizer: ‘vejam como eles discordam, cinco a quatro. Deve ser porque na realidade não estão lendo a Constituição, mas procurando um espelho no qual eles querem acreditar’” (Tribe; Dorf, 1991, p. xxii). Mesmo Dworkin (1986, p. 266) desconsidera a importância da distinção. Para o norte-americano, invertendo a análise costumeira sobre o tema, que “casos fáceis são apenas casos especiais de casos difíceis”. Em outro trecho, o autor afirma:

Incluimos entre os casos fáceis a questão de saber se, legalmente, alguém pode dirigir mais rápido que o limite de velocidade estipulado porque admitimos de imediato que nenhuma análise dos documentos jurídicos que negasse esse paradigma seria adequada. Contudo, uma pessoa cujas convicções sobre justiça e equidade fossem muito diferentes das nossas poderia não achar essa pergunta tão fácil; mesmo que terminasse por concordar com nossa resposta, insistiria em dizer que estávamos errados por ser tão confiantes. Isso explica por que questões consideradas fáceis durante um certo período se tornam difíceis antes de se tornarem novamente fáceis – com as respostas opostas (Dworkin, 1986, p. 354).

A distinção entre um caso fácil e um caso difícil, portanto, é sempre contingente. Não existe uma teoria que distinga *a priori* qual caso será “fácil”, ou seja, não controvertido, e qual será “difícil”. Ocorre que, no direito brasileiro, introjetamos em nossa cultura jurídica tal distinção estrutural a partir da própria maneira como concebemos a atuação jurisdicional e, principalmente, o sistema de precedentes.

A partir da tese segundo a qual em alguns casos a aplicação de regras se dá de maneira silogística, automática, e que, em *alguns casos*, é necessário “interpretar”, (como sugerem Daniel Boeing e Alexandre M. da Rosa (2020, p. 37), referindo-se à imprecisão da linguagem natural, que abre “espaço para casos em que há margens de interpretação”), precedentes são construídos para o futuro mediante enunciados cuja aplicação, assim se pretende, é automática (*in claris cessat interpretativo*). Barroso fala em “entendimentos que firmam orientações gerais obrigatórias para o futuro” (Barroso, 2016, p. 160-161, 235-248). Em diferentes oportunidades, abordamos a tese da “precedentalização” do direito brasileiro<sup>9</sup>. No *common law*, um precedente “não nasce para vincular. Ele obriga contingencialmente” (Streck, 2020, p. 346). Tal obrigação, no entanto, é fruto de juízos interpretativos que vinculam, no caso concreto, a *ratio decidendi* à questão de que se trata. No nosso caso, em contrapartida, “as teses, em tese, surgem como respostas prontas que solucionam de antemão os problemas que ainda não surgiram” (Streck, 2020, p. 347). Faz-se as respostas antes das perguntas. Estabelece-se súmulas e jurisprudência defensiva que fulminam pretensões recursais. Uma demanda particularmente complexa é decidida e pronto. Edita-se um enunciado que de antemão torna “fáceis” todos os demais casos relacionados.

Nesse sentido, a ideia de que juízes humanos comporiam uma instância recursal de juízes robôs, utilizados na resolução de “casos fáceis”, portanto, soa como mais um obstáculo a ser imposto aos causídicos. O que vem depois? A utilização de robôs com algoritmos mais sofisticados que ultrapassem as condições estipuladas pelos robôs dos tribunais, tornando, assim, a atividade judicial e o sistema recursal em uma competição sobre quem consegue furar os bloqueios algorítmicos?

9 Nesse sentido, ver o verbete “precedentes” em STRECK, Lenio. **Dicionário de Hermenêutica**: 50 verbetes fundamentais da Teoria do Direito à luz da Crítica Hermenêutica do Direito. Belo Horizonte: Editora Livramento, 2020 e STRECK, Lenio; ABOUDE, Georges. **O que é isto**: o precedente judicial e as súmulas vinculantes? Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2013.

A proposta de que robôs auxiliarão a Justiça substituindo o “trabalho braçal” de juízes, tal como enunciada por seus proponentes, parte, portanto, de um equívoco conceitual: a tese de que existe uma distinção primordial entre casos fáceis, em que a linguagem em pregada é precisa, e difíceis, em que, devido à vagueza dos termos, faz-se necessária a interpretação. Ela representa, assim, um reforço ao movimento jurisprudencial que se consolida a cada dia no Brasil, segundo o qual os tribunais, através de enunciados, solucionam as questões jurídicas do futuro. Os juízes robôs, assim concebidos, representam um reforço ao realismo jurídico dominante na doutrina e na prática do direito.

## CONCLUSÃO

Todos os esforços aqui observados no sentido de se estabelecer o predomínio da técnica sobre o direito nos fazem lembrar de uma oposição dialética marcante na obra de Hegel, aquela entre quantidade e qualidade em que, sobrepondo-se a primeira em relação à segunda, tem-se como resultado “fazer do calcular o meio principal da formação do espírito e de colocá-lo na tortura de se aperfeiçoar até ser máquina” (Hegel, 2016, p. 231). Como afirmado na introdução, desenvolve-se a partir do contexto teórico de Hegel, do romantismo e idealismo alemão, portanto, a perspectiva crítica ao naturalismo filosófico. O seu progressivo desenvolvimento conceitual rumo ao século XX, levado a cabo por autores como Schleiermacher, Dilthey, Humboldt, Husserl, Heidegger e Gadamer, para mencionar apenas estes, terá como pressuposto, ainda que com diferentes matizes, a incompletude do método científico para a determinação de áreas interpretativas.

Ao que parece, no entanto, a defesa da invasão da técnica na prática do direito desconsidera a relevância deste legado. Mas, com isso, desconsidera-se também o questionamento sobre a própria natureza da interpretação. Nesse sentido, afirmamos em outro momento que “acreditar na distinção (cisão) entre casos simples (fáceis) e casos difíceis (complexos) é pensar que o direito se insere em uma “suficiência ôntica” (cf. *Verdade e Consenso*), isto é, que a “completude” do mundo jurídico pode ser “resolvida” por raciocínios causais-explicativos, em uma espécie de “positivismo da causalidade”, um positivismo do século XIX” (Streck, 2020).

Como afirma Heidegger (1973, p. 329), “o senso comum tem sua própria necessidade; ele defende seu direito usando a única arma de que dispõe. Esta é o apelo à ‘evidência’ de suas pretensões e críticas”. O problema consiste, mais uma vez, naquilo que Warat chama de senso comum teórico dos juristas. De há muito denunciemos os desdobramentos de uma teoria e prática jurídicas que não refletem a partir de paradigmas filosóficos. Este processo de manutenção de velhas teses sem o devido cuidado teórico, que mudam de nomes para manterem-se inalteradas, pode encontrar na assim chamada Inteligência Artificial, em virtude de sua difusão e fé cega com que a concebemos hoje, a sua versão mais aguda e dramática para o direito brasileiro.

## REFERÊNCIAS

- BARROSO, Luís Roberto. **O controle de constitucionalidade no Direito brasileiro**. 7. ed. São Paulo: Saraiva, 2016.
- BARROSO, Luís Roberto. **O novo direito constitucional brasileiro: contribuições para a construção teórica e prática da jurisdição constitucional no Brasil**. Belo Horizonte: Fórum, 2013.
- BOEING, Daniel Henrique; ROSA, Alexandre Morais da. **Ensinando um robô a julgar: pragmática, discricionariedade, heurísticas e vieses no uso de aprendizado de máquina no judiciário**. Florianópolis: Emais Academia, 2020.
- BRODNIG, Ingrid. **Übermacht im Netz: Warum wir für ein gerechtes Internet kämpfen müssen**. Wien, Österreich: Brandstätter Verlag, 2019.
- CONSELHO NACIONAL DE JUSTIÇA (CNJ). Resolução N° 75 de 12 de maio de 2009. Dispõe sobre os concursos públicos para ingresso na carreira da magistratura em todos os ramos do Poder Judiciário nacional. Brasília: CNJ, 2009. Disponível em: <https://atos.cnj.jus.br/atos/detalhar/100>. Acesso em: 29 fev. 2024.
- COSTA, Eduardo José da Fonseca. **Levando a imparcialidade a sério: proposta de um modelo interseccional entre direito processual, economia e psicologia**. Salvador: Editora Juspodivm, 2018.

- DAWKINS, Richard. **The Selfish Gene**. Oxford, UK: Oxford University Press, 2006.
- DENNETT, Daniel C. **Consciousness Explained**. New York: Back Bay Books, 1991.
- DWORKIN, Ronald. **Law's empire**. Cambridge, MA, USA: Harvard University Press, 1986.
- FREITAS, Juarez. A hermenêutica jurídica e a ciência do cérebro: como lidar com os automatismos mentais. **Revista da AJURIS**, v. 40, n. 130, p. 223-244, jun. 2013.
- FUCHS, Thomas. **Verteidigung des Menschen**: Grundfragen einer Verkörperten Anthropologie. Berlin: Suhrkamp Verlag, 2020.
- GABRIEL, Markus. **Neo-Existentialism**: How to Conceive of the Human Mind after Naturalism's Failure. Cambridge: Polity, 2018.
- HEGEL, G. W. F. **Ciência da lógica**: 1. A doutrina do ser. Traduzido por Christian G. Iber, Marloren L. Miranda e Federico Orsini. Petrópolis: Vozes, 2016.
- HEIDEGGER, Martin. **Sobre a essência da verdade**. Tradução de Ernildo Stein. São Paulo: Abril, 1973.
- HOLMES JR., Wendel Oliver. **The path of the law**. [1897]. Eastford, CT, EUA: Martino Fine Books, 2001
- HORTA, Ricardo Lins. Quais os desafios e as oportunidades da decisão sobre concurso para juiz? **Consultor Jurídico**, São Paulo, 5 out. 2021. Disponível em: <https://www.conjur.com.br/2021-out-05/horta-heuristicas-vieses-concursos-magistratura>. Acesso em: 29 fev. 2024.
- JUNG, Luã Nogueira. **Verdade e Interpretação**: hermenêutica filosófica como alternativa ao naturalismo e ao relativismo. Porto Alegre: Fundação Fênix, 2021.
- JUNG, Luã. Da proteção de dados às *fake news*: por uma abordagem interdisciplinar. In: GUADAGNIN, Renata; JUNG, Luã (org.). **Internet, direito e filosofia**: leituras interdisciplinares. Porto Alegre: Fundação Fênix, 2021.
- KURZWEIL, Ray. **The age of spiritual machines**: when computers exceed human intelligence. New York: Penguin Books, 2000.
- LEITER, Brian. Heidegger and the Theory of Adjudication. **Yale Law Journal**, v. 106, n. 2, p. 253-282, nov. 1996.

- SEARLE, John R. **A Redescoberta da Mente**. Tradução de Eduardo Pereira e Ferreira. São Paulo: Martins fontes, 2006.
- STRECK, Lenio; ABOUDE, Georges. **O que é isto**: o precedente judicial e as súmulas vinculantes? Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2013.
- STRECK, Lenio. CNJ quer mudar concurso para juiz: mais um bom mercado para cursinhos? **Consultor Jurídico**, São Paulo, 23 set. 2021. Disponível em: <https://www.conjur.com.br/2021-set-23/senso-incomum-cnj-mudar-concurso-juiz-bom-cursinhos>. Acesso em: 29 fev. 2024.
- STRECK, Lenio. **Dicionário de Hermenêutica**: 50 verbetes fundamentais da Teoria do Direito à luz da Crítica Hermenêutica do Direito. Belo Horizonte: Editora Livramento, 2020.
- STRECK, Lenio. **Hermenêutica jurídica e(m) crise**: uma exploração hermenêutica da construção do Direito. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2013.
- STRECK, Lenio. Um robô pode julgar? Quem programa o robô? **Consultor Jurídico**, São Paulo, 3 set. 2020. Disponível em: <https://www.conjur.com.br/2020-set-03/senso-incomum-robô-julgar-quem-programa-robo>. Acesso em: 29 fev. 2024.
- STRECK, Lenio. **Verdade e Consenso**: constituição, hermenêutica e teorias discursivas. 4. ed. São Paulo: Saraiva, 2011.
- TRIBE, Laurence; DORF, Michal. **On Reading the Constitution**. Cambridge: Harvard University Press, 1991.





## **O GEODIREITO E A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NAS DEMANDAS JUDICIAIS: O CASO DA LAGOA DA CONCEIÇÃO/SC**

*José Rubens Morato Leite<sup>1</sup>*

*Kleber Isaac Silva de Souza<sup>2</sup>*

*Isabel Pinheiro de Paula Couto<sup>3</sup>*

### **INTRODUÇÃO**

O geodireito é a disciplina que une os conhecimentos jurídicos e geográficos, onde as análises jurídicas são baseadas em dados espaciais e permitem avaliar a eficácia do direito ambiental no tempo e no espaço, bem como sua efetividade, constituindo um instrumento que possibilita uma melhor gestão Pública e prestação jurisdicional em um território.

Por meio da aplicação dos métodos do geodireito é possível produzir uma visão geoespacializada de um espaço geográfico e in-

---

1 Professor Doutor Titular da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), membro da Academia de Direito Ambiental da IUCN, Coordenador do Grupo de Pesquisa Direito Ambiental e Ecologia Política na Sociedade de Risco – GPDA/UFSC (CNPq). Pesquisador de Bolsa de Produtividade do CNPq 1C e Capes. E-mail: [moratoleite@yahoo.com.br](mailto:moratoleite@yahoo.com.br).

2 Doutor em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Mestre em Engenharia Civil, Especialista em Legislação Ambiental e Meio Ambiente, Engenheiro Civil e Bacharel em Direito. Atua nas áreas de Direito Ambiental, geoprocessamento, perícia ambiental e avaliação de impactos ambientais. É Analista Ambiental do Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (Ibama) e leciona em cursos de pós-graduação. E-mail: [kleber\\_i@yahoo.com](mailto:kleber_i@yahoo.com).

3 Mestre em Direito pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Atua na área de direito, com ênfase em direito ecológico, principalmente nas seguintes temáticas: Direito Ecológico, Geodireito e Sustentabilidade. É pesquisadora colaboradora do Harmony with Nature Knowledge Network Experts, ONU. Integrante do Grupo de Pesquisa Direito Ambiental e Ecologia Política na Sociedade de Risco – GPDA/UFSC (CNPq). E-mail: [isa.ppc@gmail.com](mailto:isa.ppc@gmail.com).

investigar as possíveis causas para determinados conflitos ecológicos, considerando a total integração entre os objetos de tutela jurídica do meio ambiente natural, cultural e artificial (e.g., urbano) e suas inter-relações com as técnicas das ciências naturais para diagnóstico e prognóstico dos impactos ambientais aos meios físico, biótico e socioeconômico.

A partir desse exame é viável realizar a abordagem jurídica sobre a regular aplicação da legislação no local, dirimir dúvidas acerca de um debate processual e contribuir para decisões judiciais mais assertivas.

Recentemente, a incorporação da Inteligência Artificial nas análises de dados ambientais espaciais elevou significativamente a quantidade de informações sobre as condições da qualidade ambiental de um espaço geográfico, inclusive permitindo a realização de diagnósticos e prognósticos mais precisos dentro dos múltiplos cenários que uma decisão possa adotar para solucionar um litígio ambiental.

A utilização desse instrumento em ações judiciais mostra-se uma forma eficiente de contribuir na salvaguarda dos sistemas naturais, auxiliando também na conservação, fiscalização e monitoramento, especialmente das áreas ambientalmente protegidas. Assim, pretende-se responder o seguinte questionamento: Qual a importância prática do geodireito nas ações judiciais?

Adota-se, como hipótese, que o geodireito constitui-se em uma importante ferramenta para auxílio na instrução de procedimentos e processos judiciais, na medida em que proporciona informações espaçotemporais precisas sobre um determinado assunto, contribuindo para decisões judiciais com maior grau de certeza quanto à realidade fática ambiental.

O método empregado é o indutivo, partindo da análise das normas ambientais que incidem sobre um determinado espaço geográfico e, por meio de um estudo de caso, observar as condições ambientais informadas pelos dados espaciais produzidos por sensoriamento remoto (e.g., fotografias aéreas, imagens orbitais), correlacionados com os resultados obtidos de seu processamento por meio da inteligência artificial, a fim de compreender as condições da qualidade ambiental do local estudado.

Como estudo de caso, utilizar-se-á a Ação Civil Pública (ACP) Estrutural da Lagoa da Conceição, que tramita perante a 6ª Vara Federal de Florianópolis (processo nº 5004793-41.2021.4.04.7200), por meio da qual se pretende avaliar como o geodireito pode auxiliar na

instrução processual, funcionando como um mecanismo para contribuir na análise probatória dos fatos controversos apresentados na lide judicial e, no futuro, como instrumento para o monitoramento da efetividade de eventual provimento judicial objeto de cumprimento de sentença.

O presente artigo divide-se em três partes essenciais. A primeira pretende trazer uma visão geral do direito ecológico com o foco no estudo de caso, a ACP Estrutural da Lagoa da Conceição (LC). A segunda visa realizar um estudo do que é o Geodireito, seus desdobramentos e como pode auxiliar na instrução das ações judiciais de forma a contribuir na Justiça Ecológica. A terceira pretende inserir as potencialidades de empregar-se o geodireito e a inteligência artificial para produção de informações precisas e atuais para a Câmara Judicial de Proteção da Lagoa da Conceição (CJ-PLC), criada na citada ACP Estrutural, servindo de instrumento de suporte para a propositura de medidas judiciais e para tomada de decisão pela autoridade judiciária.

Em síntese, o objetivo do presente artigo é abordar como o geodireito, integrado com a inteligência artificial, pode ser um importante instrumento para instrução e suporte à tomada de decisão em Ações Civis Públicas Ambientais para garantia de um futuro ecologicamente sustentável.

## **DIREITO ECOLÓGICO NA PRÁTICA: A ACP ESTRUTURAL DA LAGOA DA CONCEIÇÃO/SC**

O Distrito da Lagoa da Conceição (LC) se originou a partir da Provisão Régia de 7.6.1750 (Florianópolis, 2009) e divide-se em diferentes áreas tais como o seu centro, chamado de Freguesia da Lagoa, também conhecido por “Centrinho da Lagoa”. Além da Freguesia, é também composto por diversas áreas sendo que cada região abriga suas próprias características paisagísticas, culturais, históricas e ambientais. O local abriga uma laguna, conhecida como Lagoa da Conceição, que constitui um reservatório natural que se conecta ao mar por meio de um curso d’água na forma de um braço de maré, conhecido como Canal da Barra da Lagoa. O ecossistema que a constitui é um ambiente complexo e rico em biodiversidade, que comporta múltiplos espaços diversos (dunas, zona costeira, laguna, mata atlântica, florestas), além de distintas comunidades e um extraordinário cenário histórico. É relevante mencionar que o seu

ecossistema é considerado heterogêneo, com grande relevância biológica e extremamente produtivo sendo a sua extensão de 19,71 km<sup>2</sup> (Barbosa, 2003).

No entanto, a região apresenta toda a sorte de problemáticas tais como crescimento desordenado, sistema sanitário ineficiente, turismo massivo e especulação imobiliária, evidenciadas ante ao desenvolvimento e avanço populacional principalmente porque resultam de políticas fragmentadas que não consideram as suas diversas características ecossistêmicas e o amplo conjunto de atores sociais que compõem o local. Desta maneira, na área da LC é possível se observar as políticas fragmentadas com clareza vez que a gestão Pública ambiental do local não tem operado de modo a satisfazer as necessidades do amplo e todo o complexo socioecológico. Ou seja, apesar de haver políticas diversas sobre as mais diferentes temáticas, essas não atendem de forma adequada aos anseios sociais e ambientais dos diversos atores que pertencem à região.

O ápice da situação ocorreu no dia 25 de janeiro do ano de 2021 quando uma barragem pertencente à Lagoa de Evapoinfiltração (LEI) do Sistema de Esgotamento Sanitário (SES) da Lagoa da Conceição rompeu, gerando o extravasamento de esgoto não tratado no Parque Natural Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição (PNMDLC). O local é uma Unidade de Conservação (UC) de proteção integral de ecossistema complexo. Para além do PNMDLC foram atingidas casas, comunidades das adjacências, ruas, avenidas e a própria lagoa, uma vez que a água contaminada fluiu velozmente e alcançou todo o seu entorno. O evento representa não apenas a degradação ecológica dos ecossistemas e de sua biodiversidade, mas também a aniquilação de histórias, vivências e valores culturais que por consequência da água poluída foram destruídos.

Todo esse contexto revela problemas estruturais os quais vêm se acumulando ao longo de décadas na região. Após a catástrofe, ambientalistas, pesquisadores e a comunidade acadêmica da Universidade Federal de Santa Catarina/UFSC empreenderam o ajuizamento de uma Ação Civil Pública Estrutural, autos n. 5004793-41.2021.4.04.7200 onde reunidos intentam unir esforços para o reconhecimento da Lagoa da Conceição como sujeito de direitos, bem como a criação de uma Câmara Judicial de Proteção da Lagoa da Conceição (CJ-PLC) a qual visa o repensar de uma governança pautada em valores socioambientais. A ação reúne pareceres de diversos profissionais no esforço de se realizar um estudo sistêmico que visa um diálogo integrativo entre diferentes olhares com o objetivo

da construção de um trabalho transdisciplinar que perpassa pela necessidade de um repensar na estruturação de uma governança socioecológica.

Neste cenário, é importante ressaltar que a Lagoa da Conceição representa um importante local socioambientalmente rico, diverso e complexo, onde ao longo dos anos presume-se que tem sofrido com o crescimento urbano acelerado e a falta de infraestrutura e planejamento adequados. Dilemas que desconsideram uma gestão socioambiental que integre distintas visões e necessidades. As problemáticas mencionadas circundam a realidade da LC e evidenciam uma perspectiva que isola e desconsidera um planejamento que ofereça uma infraestrutura satisfatória para as comunidades e os ecossistemas do entorno. Neste sentido faz-se necessário repensar a forma que vem sendo gerido o local, onde prevaleça a integração dos mais distintos valores para que prepondere um equilíbrio na convivência entre todos os distintos seres e formas de vida, assim como a proteção das futuras gerações. Dentro deste contexto se insere o atual Direito Ecológico, que oferece alternativas e soluções sobre as problemáticas da operacionalidade sistêmica e da lógica do Direito Ambiental, preponderantemente dogmático e normativo, de viés antropocêntrico, que fragmenta o todo sem se atentar para a essencial relação de interdependência entre os variados seres e múltiplos habitats e ecossistemas existentes.

A ecologização do Direito é uma proposta de ruptura trilhada no caminho da transição de paradigma para se evoluir em termos de proteção socioambiental. A vertente do direito ecológico expande seus destinatários para englobar a Natureza e todas as formas de vida como dignas de proteção Estatal, o que se restringia à presença humana. Essa proposta ecologizada exige reformular o pensamento jurídico para que esse parta de bases biocêntricas e reconheça titularidade de direitos à Natureza, a qual deixa de ser um objeto instrumentalizável através da lei. É preciso que o ordenamento jurídico-normativo observe a sensibilidade ecológica de maneira sistêmica, não fragmentada e à luz da complexidade para que, com parâmetros plurais, regulem-se as questões atinentes à Natureza.

Em suma, incorporar a sustentabilidade ecológica no Direito, significa manter as estruturas sociais, normativas, políticas e, principalmente, econômicas, dentro dos limites dos sistemas ecológicos, preservando a substância dos sistemas naturais (Leite, 2018). A aceção ecologizada do Direito coloca limites mais ambiciosos ao crescimento econômico infinito, que é insustentável do ponto de vista social

e ecológico, a fim de que a economia se entenda inserida no meio natural e respeite, de maneira primordial, os limites biofísicos do Planeta evitando-se a acentuação da crise ecológica que opera em pleno curso. Em suma, incorporar a sustentabilidade ecológica no Direito, significa manter as estruturas sociais, normativas, políticas e, principalmente, econômicas, dentro dos limites dos sistemas ecológicos, preservando a substância dos sistemas naturais (Leite; Silveira, 2020).

O suporte epistemológico que alicerça as vertentes do Direito Ecológico perpassa o vínculo entre a ecologia e o próprio conceito de justiça. Assim, para a efetivação das mudanças legislativas e jurídicas propostas por esse novo conceito de direito ecológico, é fundamental adotar uma abordagem da justiça que visa garantir dignidade a todas as formas de vida. Assim, o Direito Ecológico de forma inovadora traz a perspectiva de que a Natureza é sujeito de direitos e é digna de receber direitos e proteção assim como os seres humanos. Tal concepção traz a noção que rompe com a vertente utilitarista, sendo que a Natureza deve ser protegida pelo seu valor intrínseco numa concepção ecocêntrica que tem por fundamento o respeito as bases naturais da vida, sem a qual nenhum ser vivo pode se desenvolver de forma plena. Os dilemas ambientais são abordados em sintonia com a perspectiva da interdependência entre os diversos elementos que compõem o meio ambiente humano e natural, bem como estão atentos às circunstâncias complexas inerentes às sociedades modernas.

A Ação Civil Pública Estrutural da Lagoa da Conceição representa um litígio ecológico pautado nos ditames dessa nova perspectiva ecológica do Direito. Desde sua acepção que contou com a participação múltipla de profissionais e pesquisadores das mais diversas áreas, até a sua estruturação pautada em um viés coletivo, por meio da instituição de uma Câmara Judicial de Proteção da Lagoa da Conceição (CJ-PLC), que tem por finalidade auxiliar o Juízo nas medidas estruturantes para a reestruturação local, ante a ameaça de colapso daquele ecossistema. Por meio da criação de um regimento interno, além dos Autores e Réus da ação, permite-se a participação da sociedade civil, por meio da abertura de um Edital. O juízo da 6ª Vara Federal de Florianópolis tornou público o processo de seleção dos representantes para compor as vagas, com a finalidade de assessorar o Juízo na adoção de ações necessárias para garantir a integridade ecológica na Lagoa da Conceição por meio de uma governança socioecológica.

A CJ-PLC deverá responder a questionamentos do Juízo, bem como poderá elaborar relatórios técnicos e propor critérios e progra-

mas de ações de prevenção e recuperação do ecossistema da Lagoa da Conceição, respeitando as delimitações de competência e atribuições legais de cada um dos membros. O Regimento Interno da CJ-PLC prevê a convocação de encontros com periodicidade não superior a 60 dias. As reuniões poderão ser virtuais ou presenciais e garante a participação de todos os interessados. O regimento interno da CJ-PLC foi homologado no dia 12 de abril de 2022, sendo que o seu artigo 1º estabelece primordialmente que a Câmara Judicial tem como finalidade garantir a assessoria ao Juízo na adoção de medidas estruturantes necessárias para salvaguardar a integridade ecológica da Lagoa da Conceição/SC por meio de uma governança ecológica. A ideia central é que todas as deliberações realizadas em âmbito da CJ-PLC busquem concretizar o propósito exposto pela ACP na construção de uma governança sistêmica e socioecológica. Desta maneira, o que se visa é evitar o colapso socioambiental que a região enfrenta, resultante de reiterados processos fragmentados de sua gestão os quais não procedem em medidas efetivas na proteção do equilíbrio ecossistêmico e social do local.

Por meio da CJ-PLC foi também determinada a criação de um Grupo de Trabalho (GT) para diagnóstico e realização de relatório trimestral de atividades nos termos do artigo 9º do Regimento Interno, bem como foi arguido pela requisição de informações aos órgãos públicos, requisitada a publicidade dos trabalhos da CJ-PLC por meio da criação de um sítio na internet (*website*). Em uma audiência de conciliação que ocorreu no dia 4.5.2023, foram estabelecidas algumas medidas estruturantes. O objetivo dessa reunião judicial foi apresentar o primeiro diagnóstico da Lagoa da Conceição realizada pelos laboratórios da UFSC, membros do GT da Câmara Judicial. Ficou estabelecido que o GT da CJ-PLC fará a análise dos seguintes pontos: 1) necessidade de aprimoramento do monitoramento da qualidade da água, no que tange aos parâmetros definidos pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) e a parâmetros mais restritivos, que estejam de acordo com a qualidade ambiental da LC; 2) andamento das ações de cumprimento de sentença que versam sobre as ocupações da orla da Lagoa; 3) levantamento dos impactos das alterações do Plano Diretor sobre a saúde do ecossistema da LC; 4) levantamento dos autos de infração ambiental, de competência da Fundação Municipal do Meio Ambiente de Florianópolis (FLORAM), referentes à LC, nos quais ocorreram prescrição intercorrente desde 2007.<sup>4</sup>

---

4 Dados retirados do regimento interno da CJ-PLC. Pode ser acessado em <https://noticias.paginas.ufsc.br/files/2022/11/EDITAL-N%C2%BA-2.2022.GR-ANEXO.pdf>.

A análise da propositura e ajuizamento da ACP Estrutural da Lagoa da Conceição é um estudo de caso expressivo e atual, que tem por base os princípios do Direito Ecológico. Representa a prática deste novo conceito, um novo paradigma que se centra em um novo olhar ante aos desafios ambientais e a crise ecológica. Isso porque a ação estrutura-se em objetivos que se conectam com valores que reconhecem a primordialidade de uma visão biocêntrica, onde as sociedades humanas e não humanas são interdependentes e precisam harmonizar-se para atingir o equilíbrio (justiça ecológica). Nesta perspectiva, adota-se a visão de que a Natureza possui qualidades intrínsecas onde o ser humano faz parte de seu todo e onde o diálogo sistêmico dessa diversidade (governança socioecológica) se faz necessário para integrar os diferentes interesses e demandas com a finalidade de alcançar objetivos distintos de forma proporcional e equitativa.

## **COMO O GEODIREITO PODE AUXILIAR NAS AÇÕES JUDICIAIS**

A crise ecológica nos revela uma face complexa que denuncia crescentes problemas relacionados ao desenvolvimento e as formas falhas e insustentáveis de sistemas econômicos os quais se mostram inadequados à manutenção equilibrada da vida no Planeta Terra. Efetivamente, tais ideais se conectam a visão de um crescimento sem limites, pertencente a concepção antropocêntrica, que percebe o ser humano apartado do meio natural e fragmenta a Natureza como um bem apropriável a fim de subtrair benefícios e satisfazer as necessidades humanas. Por sua vez, tal sistemática se alicerça em uma perspectiva distorcida do papel dos indivíduos como donos universais da Terra, sustentada por uma hipotética autorização para a depredação massiva das riquezas planetárias sem respeito algum por sua importância e valores intrínsecos (Benjamin, 2021). Isso tem levado os ecossistemas à exaustão, trazendo como consequência o colapso ambiental.

Ante aos desafios ambientais, cada vez mais crescentes e constantes, em escala mundial, faz-se necessário encontrar alternativas que viabilizem uma melhor gestão territorial a fim de contribuir na preservação do meio ambiente, incentivando um crescimento alicerçado em valores ecologicamente equilibrados e socialmente responsáveis. Neste cenário insere-se o geodireito que se constitui no ramo de estudo que conecta a ciência jurídica e a geográfica, onde



a partir dessa junção de conhecimentos interdisciplinares, é possível analisar com alto grau de certeza os conflitos (sociais, ambientais, urbanos) dentro de um espaço.

Segundo o Milton Santos, “a definição do espaço é tarefa das mais difíceis e que tem desafiado os especialistas das respectivas disciplinas explicativas e normativas, desde a geografia à planificação territorial” (Santos, 1988, p. 111), sendo formado por dois componentes interativos:

O espaço é formado por dois componentes que interagem continuamente:

- a) a configuração territorial, isto é, o conjunto de dados naturais, mais ou menos modificados pela ação consciente do homem, através dos sucessivos “sistemas de engenharia”;
- b) a dinâmica social ou o conjunto de relações que definem uma sociedade em um dado momento (Santos, 1988, p. 111).

A incidência dos sucessivos sistemas de engenharia sobre o meio ambiente forma a configuração territorial e este processo de modificação do natural pelo homem dá-se conforme a dinâmica social, que reflete as relações econômicas em sociedade.

O espaço é a principal preocupação do direito geodireito e, como conjunto de regras ordenadoras que é, terá por função regular os sistemas de engenharia, conforme a dinâmica social, de forma a garantir configurações territoriais que mantenham espaços que visem o bem-estar social.

Em síntese, procura-se harmonizar interesses individuais, sociais e difusos de forma a possibilitar a criação de espaços cujas condições ambientais garantam a sadia qualidade de vida.

De forma pragmática, a instrumentalização do geodireito dá-se por meio do emprego de dados obtidos por sensoriamento remoto (e.g., fotografias aéreas, imagens de satélite e qualquer dado amostral que possa ser georreferenciado) os quais permitem planejar o ordenamento do território, bem como acompanhar a efetividade das normas ambientais que disciplinam as relações entre a dinâmica social e o território.

Por meio da análise dos dados coletados por sensoriamento remoto é possível produzir uma visão geoespacializada de um determinado espaço e confrontar a realidade fática (paisagem) com os preceitos normativos da norma jurídica que se pretende avaliar a efetividade. No âmbito processual, a integração das técnicas das ciências

naturais e jurídicas, estruturadas no geodireito, possibilita às partes e ao julgador observar a dinâmica dos fatos de forma mais verossímil, de forma a contribuir para decisões judiciais mais assertivas.

Nesse sentido, o Conselho Nacional de Justiça (CNJ) recomenda a utilização de dados de sensoriamento remoto e de informações obtidas por satélite, em conjunto com os demais elementos do contexto probatório, quando for necessário para a instrução probatória de ações ambientais cíveis e criminais (cf. Recomendação n.º 99, de 21.05.2021).

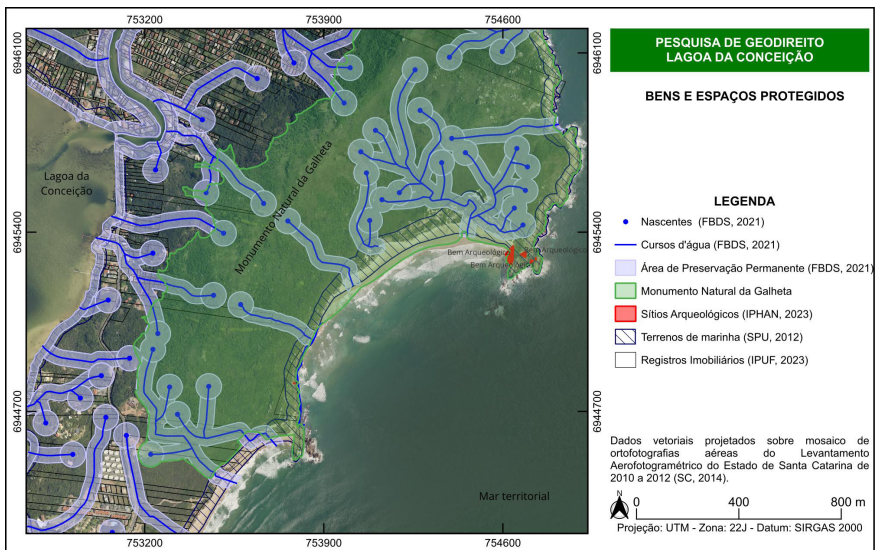
Sobre o tema, Belchior, Viana e Leite (2021) mencionam que a Recomendação do CNJ enfatiza a utilização de dados de sensoriamento remoto bem como de informações obtidas por satélites para validarem e orientarem a instrução probatória dos processos concernentes ao meio ambiente. Neste sentido explicam os autores:

O CNJ, como órgão fiscalizador e normatizador dos atos praticados pelo Poder Judiciário, elenca, dentre outros motivos, uma série de justificativas de relevância para o tema da qualificação da prova em ações ambientais, num exemplo, o consagrado direito-dever ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, as diretrizes em prol da proteção ambiental, previstas na Política Nacional de Meio Ambiente (Lei n.º 6.938/1981) e na Lei Complementar n.º 140/2011, e a relevância dos Objetivos 13 e 15 de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030, da Organização das Nações Unidas (ONU). A recomendação enfatiza, ainda, a pertinência e a relevância das medidas para o incremento das políticas Públicas direcionadas ao Direito Ambiental no âmbito do Poder Judiciário e a necessidade de utilização de meios tecnológicos e inovadores para a tutela do meio ambiente, em decorrência da dimensão continental do Território brasileiro (Belchior; Viana; Leite, 2021).

Assim, a Resolução do CNJ vem a albergar a importância inclusiva da utilização de novas técnicas para uma melhor aplicabilidade e efetividade das normas de proteção ambiental, além de enfatizar a relevância de um modelo de governança sistêmica e transdisciplinar para a dissolução dos dilemas socioecológicos. Tal recomendação fortalece na lei brasileira a pertinência da tecnologia na colaboração de projetos políticos que se estruturam a partir de estudos mais assertivos, tanto no que se refere a implementação de ações mais ecologicamente equilibradas como na fiscalização daquelas medidas já realizadas.

As informações advindas da utilização do geodireito ainda são pertinentes e relevantes para o incremento das *políticas públicas* na medida em que auxiliam a melhor regulação legislativa e administrativa dos territórios. A partir do levantamento de dados geográficos e jurídicos é possível avaliar e realizar a gestão dos locais desajudados de modo a auxiliar a fiscalização e viabilizar a aplicabilidade das políticas existentes para o território em questão. O geodireito então contribui para o desenvolvimento de cidades inteligentes, as chamadas “*smart cities*” onde o monitoramento geotecnológico aliado ao estudo jurídico contribui para a efetivação de políticas mais assertivas. A fiscalização, o monitoramento e a gestão são características essenciais para garantir o cumprimento regular da governança de territórios, por isso a utilização de meios tecnológicos além de inovarem, contribuem para a tutela do meio ambiente.

Figura 1 – Exemplo de aplicação de geoinformações para análise de interferências sobre bens e espaços territoriais especialmente protegidos na Lagoa da Conceição.



Fonte: Elaborado pelos Autores a partir de dados referenciados no corpo da figura.

A Figura 1 exemplifica como por meio de fontes diversas de dados geomáticos pode-se extrair informações sobre a presença de bens ambientais e espaços territoriais especialmente protegidos em determinado recorte espacial. No caso, apresenta-se parte do distrito da Lagoa da Conceição, com destaque às áreas vizinhas do setor

sul do Monumento Natural da Galheta, unidade de conservação municipal, com os locais com indicativo de ocorrência de áreas de preservação permanente (entorno de nascentes e cursos d'água), sítios arqueológicos, terrenos de marinha e o registro imobiliário municipal. Cada um destes espaços encontra-se sujeito a um regime jurídico específico, o qual pode ser espacializado para fins de análise. Em outras palavras, é possível a partir do geodireito avaliar a *efetividade espacial da norma jurídica*.

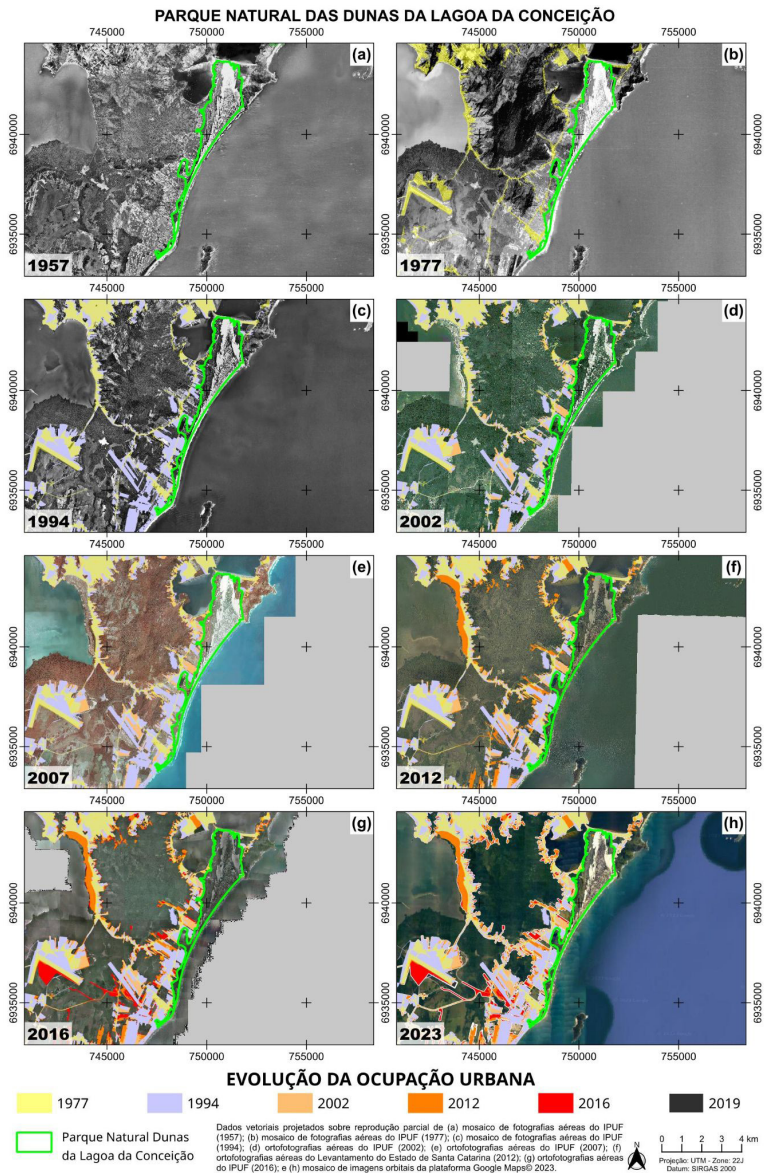
Outro exemplo de aplicação de dados geomáticos por meio do geodireito é avaliar a correlação entre as alterações da paisagem natural pelas ações antrópicas e a efetividade da norma jurídica no tempo e no espaço, cuja técnica é útil e necessária para fins de identificação de passivos ambientais e garantir efetividade ao princípio da imprescritibilidade do dano ambiental. Como exemplo, observe-se na Figura 2 a série temporal de fotografias aéreas históricas do espaço atualmente considerado como Parque Natural Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição, localizado em Florianópolis/SC.

As imagens foram coletadas no banco de dados do Instituto de Planejamento Urbano de Florianópolis (IPUF), Sistema de Informações Geográficas de Santa Catarina (SIGSC) e da plataforma Google Maps®, e permitem observar as alterações do uso do solo no período compreendido entre os anos de 1957 e 2023. As imagens revelam o crescimento urbano no decorrer dos anos no entorno da unidade de conservação (zona protegida por lei) e também demonstram o agravamento da degradação ambiental, especialmente na faixa nordeste próxima a zona litorânea. A urbanização acentuada trouxe impactos ao Parque que sofre com o desmatamento do ecossistema de restinga, além de problemas que envolvem a ausência ou ineficiência do sistema de coleta e tratamento sanitário local. A área em análise possui proteção legal desde 1975 e as imagens demonstram que o crescimento urbano não foi acompanhado de uma infraestrutura adequada e capaz de conciliar a preservação dos bens ambientais e o desenvolvimento da cidade.

Os métodos fornecidos pelas ciências naturais para análises espaçotemporais, aliados às técnicas da ciência jurídica, constituem excelente forma de contribuir na governança local permitindo diagnósticos precisos para problemas socioambientais. As imagens aqui trazidas são exemplos da utilização do geodireito para avaliar questões da aplicação e respeito às normas legais no território. São dados que permitem estabelecer políticas públicas para melhor gerenciar o território e planejar intervenções administrativas necessárias para

melhoria da qualidade ambiental, bem como são essenciais para auxiliar na instrução probatória de processos jurisdicionais ambientais e proporcionar decisões judiciais mais assertivas.

Figura 2 – Evolução espaçotemporal da ocupação urbana no entorno do Parque Natural das Dunas da Lagoa da Conceição.



Fonte: elaborado pelos autores a partir de dados referenciados no corpo da figura.

## **APLICAÇÕES DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO GEODIREITO PARA INSTRUÇÃO DE AÇÕES CIVIS PÚBLICAS ESTRUTURAIS**

A ACP Estrutural da Lagoa da Conceição visa, entre outros objetivos, a instituição de uma Câmara Judicial de Proteção da Lagoa da Conceição CJ-PLC a qual tem como finalidade assessorar o Juízo com medidas estruturantes para garantir uma governança pautada em valores socioambientais e evitar o colapso dos recursos ambientais tutelados. A ideia basilar para criação da Câmara foi garantir a proteção integrada de toda bacia hidrográfica daquele corpo hídrico, criar oportunidades para o diálogo sistêmico e ao mesmo tempo ecologizante, objetivando o reconhecimento da LC como sujeito de direitos. Assim, é um trabalho integralmente amparado nos ditames a que se norteiam o Direito Ecológico.

A Bacia Hidrográfica da Lagoa da Conceição possui aproximadamente 7.382 ha, enquanto que a área total objeto da ACP Estrutural abrange todos os distritos administrativos que interferem diretamente na qualidade ambiental da LC e ecossistemas costeiros associados (Lagoa da Conceição, Barra da Lagoa, Campeche e Rio Vermelho), formando um espaço geográfico de 12.292 ha.

Devido ao tamanho, à complexidade e à dinâmica dos ecossistemas a serem avaliados na instrução da ACP Estrutural, a produção de provas por técnicas pontuais, baseadas somente em vistorias pode não ser suficiente para suprir a demanda de informações ambientais exigida pela CJ-PLC, que precisam ser espacialmente abrangentes, frequentes, atuais e precisas, bem como fornecer dados para acompanhamento eficiente dos indicadores de melhoria da qualidade ambiental.

Nas ciências ambientais, o sensoriamento remoto tem sido o método preponderantemente utilizado para obtenção de informações de grandes espaços geográficos, as quais por meio do geoprocessamento fornecem dados que subsidiam análises espaçotemporais de variáveis ambientais, com eficiência significativa em termos de custo, frequência (resolução temporal) e confiabilidade espacial.

Atualmente, o emprego dos dados de sensoriamento remoto é recomendado pelo Conselho Nacional de Justiça (CNJ) para a instrução probatória de ações ambientais cíveis e criminais, em conjunto com os demais elementos do contexto probatório (Recomendação do CNJ n.º 99, de 21.5.2021). No mesmo sentido, o Conselho Nacional do Ministério Público, por meio da Recomendação do CNMP n.º 104, de 12.9.2023, também recomenda o emprego de dados de sensoria-

mento remoto e de sistemas e plataformas de informações obtidas por satélite, para a defesa mais moderna e eficiente do meio ambiente, em procedimentos extrajudiciais.

O sensoriamento remoto consiste nas atividades de gravação, observação e percepção de dados de objetos ou eventos distantes sem contato direto (Konecny, 2002; Weng, 2009a).

Como método para fins de investigações forenses, historicamente, o sensoriamento remoto tem fornecido fotografias aéreas, mapeamentos topográficos, imagens de satélite e sistemas de posicionamento global (Pringle *et al.*, 2012), possibilitando a realização de estudos de sítios do patrimônio cultural (Banerjee; Srivastava, 2013), processos erosivos (Vrieling, 2006), superfícies impermeáveis em área urbana (Weng, 2012), mapeamento de solo e terreno (Mulder *et al.*, 2011), qualidade e cobertura do solo (Obade; Lal, 2013), clima e condições ambientais do meio ambiente urbano (Weng, 2009b; Du *et al.*, 2014), estudos regionais e planejamento urbano (Patino; Duque, 2013; Chauhan *et al.*, 2014), qualidade do ar (Martin, 2008; Bechle; Millet; Marshall, 2013), monitoramento de desmatamentos e outros danos ambientais (Brilis; Gerlach; Waasbergen, 2000; Brilis *et al.*, 2001; Trauczynski; Fantini, 2014; Souza *et al.*, 2021), identificação e gestão de espaços territoriais especialmente protegidos (Soares-Filho *et al.*, 2014; Souza *et al.*, 2019; Figueiroa *et al.*, 2020), entre outras finalidades.

Além dos dados obtidos por satélites, o sensoriamento remoto também incorpora dados produzidos *in situ* (e.g., análises de amostras de água e do solo e observação da fauna e flora locais) e por meio de câmeras e sensores aerotransportados em veículos aéreos não tripulados – VANT (Yao; Qin; Chen, 2019; Sivakumar; Tyj, 2021), cujo emprego está cada vez mais comum nos órgãos de fiscalização ambiental e em perícias forenses.

Até recentemente, os sistemas de sensoriamento remoto mais dispendiosos, em regra, também eram aqueles que permitiam maior resolução, mas com baixa resolução temporal. Atualmente, o uso de VANT para sensoriamento remoto apresenta um novo paradigma, pelo fato de permitir a coleta de dados com altas resoluções em curtos períodos de repetibilidade, devido ao seu baixo custo e alta mobilidade. O mesmo tem sido observado após a implementação de novas constelações de nanossatélites.

Conforme se pode observar, para fins dos arts. 473, III, e 479, do CPC, o sensoriamento remoto é considerado um método predominantemente aceito pelos especialistas das diversas áreas do conhe-

cimento envolvidos com as ciências ambientais, o qual, respeitadas as limitações inerentes à técnica específica empregada e os demais elementos probatórios disponíveis, tem a capacidade de tornar mais efetivo e assertivo o cumprimento de decisões judiciais em matéria ambiental, principalmente em um país com dimensões continentais como o Brasil.

A elevada quantidade de dados espaciais produzidos atualmente exige grande esforço de processamento, tornando necessário o emprego de novos métodos para análise de dados ambientais. A inteligência artificial é um campo multidisciplinar fornecedor de métodos que permitem a automatização e avanços significativos no processo de sensoriamento remoto ambiental.

A tendência atual é que o emprego de grandes volumes de dados e as técnicas de inteligência artificial aplicadas ao sensoriamento remoto estejam disponíveis não somente para os cientistas tradicionais, mas para todos aqueles que não têm acesso a supercomputadores ou recursos de computação em nuvem em grande escala, como o caso do Google Earth Engine, que é uma plataforma baseada em nuvem para análise geoespacial em escala planetária que utiliza os enormes recursos computacionais da empresa Google Inc. para lidar com uma variedade de questões de alto impacto social, tais como: desmatamento, seca, desastres, doenças, segurança alimentar, gestão de água, monitoramento climático, mapeamento urbano, alterações no uso da terra, proteção ambiental, entre outros (Gorelick *et al.*, 2017).

As principais aplicações da inteligência artificial na área ambiental têm utilizado-se da técnica de aprendizagem de máquina profunda (*deep machine learning*) em casos envolvendo análise de alterações no uso da terra (e.g., ocupação de áreas protegidas, destruição de ecossistemas, recuperação de áreas degradadas), parâmetros da vegetação, produção agrícola, aerossóis, matéria particulada, radiação, temperatura, precipitação, umidade do solo, evapotranspiração, emissões de gases e concentração de certas substâncias em corpos hídricos, entre outras variáveis ambientais (Yuan *et al.*, 2020; Zhang; Zhang, 2022).

As ações cíveis, em sua maioria, têm por objeto a proteção de bens e espaços territoriais protegidos e podem ter sua efetividade garantida pelo meio do emprego de métodos para detecção de mudanças na cobertura do solo (*land cover change detection* – LCCD), por meio de dados de altíssima resolução, as quais permitem capturar detalhes de um objeto terrestre e oferecer uma oportunidade



para detectar detalhadamente mudanças na cobertura do solo (Lv *et al.*, 2022).

É o caso da ACP Estrutural da Lagoa da Conceição, cujo monitoramento da melhoria da qualidade ambiental da área objeto da ação necessita de análises complexas de dados ambientais históricos e atuais, de fontes diversas, cujos resultados necessitam ser apresentados às partes do processo, tomadores de decisão e ao público em geral de forma clara e intuitiva.

No Brasil, persiste o abismo entre a ciência e os tomadores de decisões, que necessita ser reduzido por meio de *cientistas translacionais*, que estabeleçam o diálogo e facilitem a compreensão do conhecimento científico às autoridades, gestores e formadores de políticas Públicas (Azevedo-Santos *et al.*, 2017; Karam-Gemael *et al.*, 2018; Grasel *et al.*, 2018a; Grasel *et al.*, 2018b; Grasel *et al.*, 2019).

Neste sentido, a partir da experiência adquirida com as análises espaciais aplicadas à análise de conformidade jurídica do território, o Grupo de Pesquisa Direito Ambiental e Ecologia Política na Sociedade de Risco GPDA/UFSC em parceria com o Observatório de Justiça Ecológica OJE/UFSC, de modo pioneiro, desenvolve pesquisa relacionada ao geodireito com o fomento da Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina/FAPESC.

Encontra-se em desenvolvimento um *Webportal* (Figura 3), atualmente hospedado em <https://geodireitolagoa.ufsc.br/>, que manterá um sistema de informação geográfica abastecido por um banco de dados espaciais, além de espaço para divulgação de notícias, projetos de pesquisa, publicações científicas, eventos e trabalhos de campo realizados na Lagoa da Conceição e relacionados ao tema do geodireito.

O sítio, ainda em construção, proporcionará um mapa interativo aberto ao público (Figura 4), que concentrará os dados espaciais coletados, onde o usuário poderá interagir para poder coletar informações acerca de uma área do seu interesse e observar as alterações da paisagem a partir de fotografias e imagens de satélite organizadas temporalmente, a fim de compreender a evolução do uso do solo ao longo dos anos e seus impactos sobre bens e espaços ambientais especialmente protegidos.

Figura 3 – Página principal do *Webportal* em desenvolvimento para reunir os resultados da Pesquisa de Geodireito na Lagoa da Conceição.

### PESQUISA DE GEODIREITO NA LAGOA DA CONCEIÇÃO/SC

Bem-vindo(a) ao estudo em Geodireito dos grupos de pesquisa GPDA/UFSC (Grupo de Pesquisa Direito Ambiental e Ecologia Política na Sociedade de Risco) e OJE/UFSC (Observatório de Justiça Ecológica) da Universidade Federal de Santa Catarina/UFSC. O Mapa abaixo traz a possibilidade de interagir com as informações resultantes da coleta de dados realizada. Cada item refere-se a uma pesquisa específica nas áreas de estudo selecionadas. Clique no link desejado e obtenha informações na caixa de texto. Deixe o seu comentário ao clicar em cada área de estudo no ícone de 'opinião'. Agradecemos a sua participação.

Clique abaixo para acessar o mapa



Fonte: <https://geodireitolagoa.ufsc.br/>.

Figura 4 – Mapa interativo de dados da Pesquisa de Geodireito na Lagoa da Conceição.

**Mapa Interativo de Dados da Pesquisa de Geodireito na Lagoa da Conceição**

Pressione o mouse no símbolo ao lado para obter informações das camadas.

**ACP n. 5012843-56.2021.4.04.7200**  
(ACP Estrutural da Lagoa da Conceição)

**Número do Processo:** 5012843-56.2021.4.04.7200  
**Classe Judicial:** Ação Civil Pública  
**Órgão:** Tribunal Regional Federal da 4ª Região  
**Unidade Judiciária:** 6ª Vara Federal de Florianópolis  
**Partes:**  
AUTOR: ASSOCIACAO PACHAMAMA  
AUTOR: ONG COSTA LEGAL  
AUTOR: UNIAO FLORIANOPOLITANA DAS ENTIDADES COMUNITARIAS UFECO  
AUTOR: ASSOCIACAO NACIONAL DOS ATINGIDOS POR BARRAGENS  
AUTOR: MINISTERIO PUBLICO DO ESTADO DE SANTA CATARINA  
AUTOR: MINISTERIO PUBLICO FEDERAL  
RÉU: AGENCIA DE REGULACAO DE SERVICOS PUBLICOS DE SANTA CATARINA - ARES-SC  
RÉU: COMPANHIA CATARINENSE DE ÁGUAS E SANEAMENTO - CASAN  
RÉU: ESTADO DE SANTA CATARINA  
RÉU: FUNDAÇÃO MUNICIPAL DO MEIO AMBIENTE DE FLORIANÓPOLIS - FLORAM  
RÉU: INSTITUTO DO MEIO AMBIENTE DE SANTA CATARINA - IMA - NOVA DENOMINAÇÃO DO FATMA  
RÉU: MUNICIPIO DE FLORIANÓPOLIS/SC  
INTERESSADO: ACESSO PARA PRESERVAÇÃO DOS RECURSOS NATURAIS E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO RACIONAL  
INTERESSADO: ASSOC. DE VELA E PRESER. ECOLÓGICA DA LAGOA DA CONCEIÇÃO

Fonte: <https://geodireitolagoa.ufsc.br/>.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Ação Civil Pública Estrutural da Lagoa da Conceição, utilizada como estudo de caso, demonstra como a união de conhecimentos multidisciplinares entre as ciências geográfica e jurídica, por meio do Geodireito, é capaz de fornecer elementos para a realização de um diagnóstico que compreenda e estabeleça soluções para problemas complexos relacionados ao meio ambiente, contribuindo para evitar o colapso dos recursos ambientais tutelados.

Procurou-se demonstrar que com a criação de uma visão geoespacializada de um determinado espaço geográfico é possível ampliar as suas noções sociais, urbanísticas, ambientais e assim avaliar de modo mais assertivo e detalhado quais as problemáticas existentes nesse contexto. No caso em comento, intenta-se auxiliar juridicamente o processo estrutural do caso da Lagoa da Conceição, fornecendo supedâneo geográfico e jurídico advindos das ferramentas do geodireito que resultaram na produção de cartografia e mapas, elaborados para esse estudo, bem como se proporcionará um banco de dados on-line no âmbito do projeto desenvolvido pelo Grupo de Pesquisa Direito Ambiental e Ecologia Política na Sociedade de Risco GPDA/UFSC em parceria com o Observatório de Justiça Ecológica OJE/UFSC, qual seja, a produção da plataforma de pesquisa de geodireito na Lagoa da Conceição.<sup>5</sup>

Neste contexto de iminente crise ecológica, exige-se cada vez mais, a necessidade de uma análise mais aprofundada acerca dos dados territoriais ambientais, múltiplos, variáveis e diversos, produzidos por sensoriamento remoto ou por aquisição *in situ*. Além disso, enfatiza-se que essa avaliação deve ser espacialmente abrangente, frequente, atual e precisa, bem como fornecer dados para acompanhamento eficiente dos indicadores de melhoria da qualidade ambiental.

A inteligência artificial aplicada ao Geodireito permite a automatização das análises de dados ambientais e proporciona avanços significativos no processo de sensoriamento remoto ambiental. Respeitadas as limitações inerentes à técnica específica empregada em cada caso e os demais elementos probatórios disponíveis, seu emprego tem a capacidade de tornar mais efetivo e assertivo o cumprimento de decisões judiciais em matéria ambiental, principalmente em um país com dimensões continentais como o Brasil.

A experiência adquirida com as análises espaciais aplicadas à análise de conformidade jurídica do território, no âmbito do

---

5 O projeto possui fomento da FAPESC e visa reunir ações de recuperação ambiental na Lagoa da Conceição. Está hospedado no seguinte endereço: <https://geodireitolagoa.ufsc.br>.

GPDA/UFSC em parceria com o OJE/UFSC, permitem afirmar que o Geodireito é uma importante ferramenta para auxílio na instrução de procedimentos e processos judiciais ambientais, fornecendo informações espaçotemporais precisas sobre a realidade fática ambiental, de forma a permitir maior assertividade e efetividade à tutela do direito fundamental ao meio ambiente ecologicamente equilibrado.

## REFERÊNCIAS

- AZEVEDO-SANTOS, Valter M. *et al.* Removing the abyss between conservation science and policy decisions in Brazil. **Biodiversity and Conservation**, Springer, v. 26, n. 7, p. 1745-1752, fev. 2017. ISSN 1572-9710. DOI: 10.1007/s10531-017-1316-x.
- BANERJEE, Ruman; SRIVASTAVA, Prashant K. Reconstruction of contested landscape: Detecting land cover transformation hosting cultural heritage sites from Central India using remote sensing. **Land Use Policy**, Elsevier, v. 34, p. 193-203, set. 2013. ISSN 0264-8377. DOI: 10.1016/j.landusepol.2013.03.005.
- BARBOSA, Tereza Cristina Pereira. *Ecolagoa: Um Breve Documento sobre a Ecologia da Bacia Hidrográfica da Lagoa da Conceição*. Florianópolis: Pallotti, 2003.
- BECHLE, Matthew J.; MILLET, Dylan B.; MARSHALL, Julian D. Remote sensing of exposure to NO<sub>2</sub>: Satellite versus ground-based measurement in a large urban area. **Atmospheric Environment**, Elsevier, v. 69, p. 345-353, abr. 2013. ISSN 1352-2310. DOI: 10.1016/j.atmosenv.2012.11.046.
- BELCHIOR, Germana Parente Neiva; VIANA, Iasna Chaves; LEITE, José Rubens Morato. Instrumentos da geoinformação na responsabilidade por danos ambientais. **Revista de Direito Ambiental**, n. 104, p. 325-350, out./dez. 2021.
- BENJAMIN, Antonio Herman. Laudato si', ecologização da justiça social e o juiz planetário. **REI – Revista Estudos Institucionais**, v. 7, n. 2, p. 560-570, ago. 2021. ISSN 2447-5467. DOI: 10.21783/rei.v7i2.651.
- BRILIS, George M.; GERLACH, Clare L.; WAASBERGEN, Robert J. van. Remote Sensing Tools Assist in Environmental Forensics. Part I: Traditional Methods. **Environmental Forensics**, Elsevier, v. 1, n. 2, p. 63-67, jun. 2000. ISSN 1527-5930. DOI: 10.1006/enfo.2000.0009.

- BRILIS, George M. *et al.* Remote Sensing Tools Assist in Environmental Forensics: Part II – Digital Tools. **Environmental Forensics**, Elsevier, v. 2, n. 3, p. 223-229, set. 2001. ISSN 1527-5922. DOI: 10.1006/enfo.2000.0033.
- CHAUHAN, Inshu *et al.* A New Approach to 3D Dense LiDAR Data Classification in Urban Environment. **Journal of the Indian Society of Remote Sensing**, Springer, v. 42, n. 3, p. 673-678, fev. 2014. ISSN 0974-3006. DOI: 10.1007/s12524-013-0354-4.
- DU, Peijun *et al.* Remote Sensing Image Interpretation for Urban Environment Analysis: Methods, System and Examples. **Remote Sensing**, v. 6, n. 10, p. 9458-9474, out. 2014. ISSN 2072-4292. DOI: 10.3390/rs6109458.
- FIGUEIROA, Apoena Calixto *et al.* How to choose the best category for a protected area? A multicriteria analysis method based on ecosystem services conservation. **Environmental Monitoring and Assessment**, Springer, v. 192, n. 7, jun. 2020. ISSN 1573-2959. DOI: 10.1007/s10661-020-08333-y.
- FLORIANÓPOLIS. **Noções básicas do turismo**. Florianópolis: 2009. Disponível em: [http://portal.pmf.sc.gov.br/arquivos/documentos/pdf/11\\_11\\_2009\\_12.49.07.432d004c9d8ab2ee-89f865e5710b8bd7.pdf](http://portal.pmf.sc.gov.br/arquivos/documentos/pdf/11_11_2009_12.49.07.432d004c9d8ab2ee-89f865e5710b8bd7.pdf). Acesso em: 17 jun. 2023.
- GORELICK, Noel *et al.* Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. **Remote Sensing of Environment**, Elsevier, v. 202, p. 18-27, dez. 2017. ISSN 0034-4257. DOI: 10.1016/j.rse.2017.06.031.
- GRASEL, Daniel *et al.* Brazil's Native Vegetation Protection Law Jeopardizes Wetland Conservation: A Comment on Maltchik *et al.* **Environmental Conservation**, Cambridge University Press, v. 46, n. 2, p. 121-123, jan. 2019. ISSN 1469-4387. DOI: 10.1017/s0376892918000474.
- GRASEL, Daniel *et al.* Brazilian wetlands on the brink. **Biodiversity and Conservation**, Springer, v. 28, n. 1, p. 255-257, nov. 2018a. ISSN 1572-9710. DOI: 10.1007/s10531-018-1666-z.
- GRASEL, Daniel *et al.* Brazil's Native Vegetation Protection Law threatens to collapse pond functions. **Perspectives in Ecology and Conservation**, Elsevier, v. 16, n. 4, p. 234-237, out. 2018b. ISSN 2530-0644. DOI: 10.1016/j.pecon.2018.08.003.
- KARAM-GEMAEL, Manoela *et al.* Poor alignment of priorities between scientists and policymakers highlights the need for

- evidence-informed conservation in Brazil. **Perspectives in Ecology and Conservation**, Elsevier, v. 16, n. 3, p. 125-132, jul. 2018. ISSN 2530-0644. DOI: 10.1016/j.pecon.2018.06.002.
- KONECNY, Gottfried. **Geoinformation: Remote Sensing, Photogrammetry and Geographic Information Systems**. Boca Raton, Florida, EUA: CRC Press, 2002. ISBN 0-415-23795-5.
- LEITE, José Rubens Morato (coord.). **A ecologização do direito ambiental vigente: rupturas necessárias**. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2018.
- LEITE, José Rubens Morato; SILVEIRA, Paula Galbiatti. A Ecologização do Estado de Direito: uma Ruptura ao Direito Ambiental e ao Antropocentrismo Vigentes. *In*: LEITE, José Rubens Morato (coord.). **A Ecologização do Direito Ambiental Vigente: rupturas necessárias**. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2018. p. 101-142.
- LEITE, José Rubens Morato; SILVEIRA, Paula Galbiatti. A Ecologização do Estado de Direito: uma Ruptura ao Direito Ambiental e ao Antropocentrismo Vigentes. *In*: LEITE, José Rubens Morato (coord.). **A Ecologização do Direito Ambiental Vigente**. Rio de Janeiro: Lumen Juris Direito, 2020. p. 101-143.
- LV, Zhiyong *et al.* Land Cover Change Detection Techniques: Very-high-resolution optical images: A review. **IEEE Geoscience and Remote Sensing Magazine**, v. 10, n. 1, p. 44-63, mar. 2022. ISSN 2373-7468. DOI: 10.1109/mgrs.2021.3088865.
- MARTIN, Randall V. Satellite remote sensing of surface air quality. **Atmospheric Environment**, Elsevier, v. 42, n. 34, p. 7823-7843, nov. 2008. ISSN 1352-2310. DOI: 10.1016/j.atmosenv.2008.07.018.
- MULDER, V. L. *et al.* The use of remote sensing in soil and terrain mapping – A review. **Geoderma**, Elsevier, v. 162, n. 1-2, p. 1-19, abr. 2011. ISSN 0016-7061. DOI: 10.1016/j.geoderma.2010.12.018.
- OBADÉ, Vincent Paul de; LAL, Rattan. Assessing land cover and soil quality by remote sensing and geographical information systems (GIS). **CATENA**, Elsevier, v. 104, p. 77-92, maio 2013. ISSN 0341-8162. DOI: 10.1016/j.catena.2012.10.014.
- PATINO, Jorge E.; DUQUE, Juan C. A review of regional science applications of satellite remote sensing in urban settings. **Computers, Environment and Urban Systems**, Elsevier, v. 37, p. 1-17, jan. 2013. ISSN 0198-9715. DOI: 10.1016/j.compenvurbsys.2012.06.003.

- PRINGLE, J. K. *et al.* The use of geoscience methods for terrestrial forensic searches. **Earth Science Reviews**, Elsevier, v. 114, n. 1-2, p. 108-123, ago. 2012. ISSN 0012-8252. DOI: 10.1016/j.earscirev.2012.05.006.
- SANCHES, Luiz Antonio Ugeda. Geodireito e a Construção Geográfica-Cartográfica como Instrumento de Política Pública no Setor de Energia Elétrica. **Tempo – Técnica – Território**, v. 5, n. 2, p. 58-79, 2014. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/ciga/article/view/15396>. Acesso em: 28 jun. 2023.
- SANCHES, Luiz Antonio Mano Ugeda. **Geodireito e a geografia de estado no Brasil**. 2014. 362 f. 2014. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade de Brasília. Brasília, 2014. Disponível em: [http://www.realp.unb.br/jspui/bitstream/10482/18121/3/2014\\_LuizAntonioManoUgedaSanches.pdf](http://www.realp.unb.br/jspui/bitstream/10482/18121/3/2014_LuizAntonioManoUgedaSanches.pdf). Acesso em: 20 maio 2023.
- SANCHES, Luiz Antonio Mano Ugeda. O que é o geodireito? **Migalhas**. 9 mar. 2010. Disponível em: <https://www.migalhas.com.br/depeso/103305/o-que-e-o-geodireito>. Acesso em: 2 ago. 2020.
- SANTOS, Boaventura de Sousa. Uma Cartografia Simbólica das Representações Sociais: Prolegômenos a uma concepção pós-moderna do direito. **Revista Crítica de Ciências Sociais**. Coimbra, n. 24, mar. 1988. Disponível em: [https://www.boaventuradesousasantos.pt/media/pdfs/Cartografia\\_simbolica\\_RCCS24.PDF](https://www.boaventuradesousasantos.pt/media/pdfs/Cartografia_simbolica_RCCS24.PDF). Acesso em: 24 mar. 2023.
- SANTOS, Milton. **Metamorfoses do espaço habitado**: fundamentos teórico e metodológico da geografia. São Paulo: Hucitec, 1988. 124 p. (Geografia: teoria e realidade). ISBN 85-271-0068-1.
- SIVAKUMAR, Mithra; TYJ, Naga Malleswari. A Literature Survey of Unmanned Aerial Vehicle Usage for Civil Applications. **Journal of Aerospace Technology and Management**, v. 13, 2021. ISSN 2175-9146. DOI: 10.1590/jatm.v13.1233.
- SOARES-FILHO, B. *et al.* Cracking Brazil's Forest Code. **Science**, American Association for the Advancement of Science (AAAS), v. 344, n. 6182, p. 363-364, abr. 2014. DOI: 10.1126/science.1246663.
- SOUZA, K. I. S. de *et al.* Proteção ambiental de nascentes e afloramentos de água subterrânea no Brasil: histórico e lacunas técnicas atuais. **Águas Subterrâneas**, v. 33, n. 1, p. 76-86, mar. 2019. DOI: 10.14295/ras.v33i1.29254.

- SOUZA, K. I. S. de *et al.* Environmental damage of urbanized stream corridors in a coastal plain in Southern Brazil. **Ocean & Coastal Management**, Elsevier, v. 211, p. 105739, out. 2021. ISSN 0964-5691. DOI:10.1016/j.ocecoaman.2021.105739.
- TRAUCZYNSKI, Romão Alberto; FANTINI, Alfredo Celso. Casuística de perícias criminais em delitos contra a flora em Santa Catarina: áreas de preservação permanente impactadas. **Revista Brasileira de Criminalística**, Associação Brasileira de Criminalística - ABC, v. 3, n. 2, p. 7-10, nov. 2014. ISSN 2237-3691. DOI: 10.15260/rbc.v3i2.53.
- VRIELING, Anton. Satellite remote sensing for water erosion assessment: A review. **CATENA**, Elsevier, v. 65, n. 1, p. 2-18, jan. 2006. ISSN 0341-8162. DOI: 10.1016/j.catena.2005.10.005.
- WENG, Qihao. **Remote Sensing and GIS Integration: Theories, Methods, and Applications**. Nova York: McGraw Hill, 9 nov. 2009a. 416 p.
- WENG, Qihao. Remote sensing of impervious surfaces in the urban areas: Requirements, methods, and trends. **Remote Sensing of Environment**, Elsevier, v. 117, p. 34-49, fev. 2012. ISSN 0034-4257. DOI: 10.1016/j.rse.2011.02.030.
- WENG, Qihao. Thermal infrared remote sensing for urban climate and environmental studies: Methods, applications, and trends. **ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing**, Elsevier, v. 64, n. 4, p. 335-344, jul. 2009b. ISSN 0924-2716. DOI: 10.1016/j.isprsjprs.2009.03.007.
- YAO, Huang; QIN, Rongjun; CHEN, Xiaoyu. Unmanned Aerial Vehicle for Remote Sensing Applications – A Review. **Remote Sensing**, v. 11, n. 12, p. 1443, jun. 2019. ISSN 2072-4292. DOI: 10.3390/rs11121443.
- YUAN, Qiangqiang *et al.* Deep learning in environmental remote sensing: Achievements and challenges. **Remote Sensing of Environment**, Elsevier, v. 241, p. 111716, maio 2020. ISSN 0034-4257. DOI: 10.1016/j.rse.2020.111716.
- ZHANG, Lefei; ZHANG, Liangpei. Artificial Intelligence for Remote Sensing Data Analysis: A review of challenges and opportunities. **IEEE Geoscience and Remote Sensing Magazine**, v. 10, n. 2, p. 270-294, jun. 2022. ISSN 2373-7468. DOI: 10.1109/mgrs.2022.3145854.



## INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (IA) E DANO AMBIENTAL

*Patrícia Iglecias<sup>1</sup>*

*Vanessa Ferrari<sup>2</sup>*

### INTRODUÇÃO

A terminologia empregada para o artefato Inteligência Artificial<sup>3</sup> 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 empregado<sup>4</sup>. 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 Mundo*<sup>5</sup>, 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 Artificial<sup>6</sup> Generativa<sup>7</sup>, 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 Artificial<sup>8</sup>, a despeito de alguns artigos científicos<sup>9</sup>, 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 consomem substancialmente mais eletricidade do que as versões anteriores<sup>10</sup>.

O Relatório de Inteligência Artificial (AI Index Annual Report) de 2023<sup>11</sup>, 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 climáticas<sup>12</sup>.

O breve olhar ao passado recente nos mostra não ser a primeira vez que um artefato tecnológico produz transformações significativas na sociedade<sup>13</sup>. 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 XXI<sup>14</sup>.

Diante do que antes era impensável, como a entrega de uma mercadoria por meio de drones<sup>15</sup> ou aplicativo de transporte com

12 Disponível em: [SPM-Portuguese-version.pdf](https://www.ipcc.ch/report/spm-portuguese-version/) (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 autônomos<sup>16</sup>, 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](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)*<sup>17</sup>, 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; Bitencourt; 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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> 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.<sup>18</sup>

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)<sup>19</sup>. 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.<sup>20</sup>

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, culturais<sup>21</sup>, religiosos<sup>22</sup>, 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*<sup>23</sup> 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 opacidade<sup>24</sup> 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 farrã 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 confiança<sup>25</sup>. 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*<sup>26</sup> 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](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 2023<sup>27</sup>, 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 bem<sup>28</sup>, 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”<sup>29</sup>. 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.
- LEMOS, 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.
- LEMOS, P. F. **Direito Ambiental**: Responsabilidade Civil e proteção ao meio ambiente. 3. ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2010.
- LEMOS, P. F. **Meio Ambiente e Responsabilidade Civil do proprietário**. 2. ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2012a.
- LEMOS, P. F. **Resíduos Sólidos e Responsabilidade Civil Pós-Consumo**. 2. ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2012b.
- LEMOS, 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](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-into-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](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](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>.



## **INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E DIREITO À CIDADE: AS *SMART CITIES* COMO MODELO DE CIDADES DO FUTURO ECOLÓGICAMENTE SUSTENTÁVEIS**

*Camilo Stangherlim Ferraresi*<sup>1</sup>

*Isabel Celeste Fonseca*<sup>2</sup>

### **INTRODUÇÃO**

A emergência de questões globais em decorrência do impacto da inovação tecnológica, das mudanças climáticas ou, ainda, das reivindicações sociais pelos bens produzidos pela humanidade, colocam as cidades no centro das crises transnacionais e exigem do Direito respostas adequadas para que o espaço urbano do futuro seja ecologicamente sustentável.

O acelerado e contínuo processo de urbanização colocam as cidades no centro irradiador do futuro da humanidade, ou seja, será no espaço urbano que a efetivação ou a negação de direitos se materializará, possibilitando ou não a realização de projetos de vidas possíveis.

Atualmente as cidades ocupam apenas 4% da superfície da Terra, mas consomem 67% da energia e respondem por 70% das emissões de gases de efeito estufa (GEE). De acordo com dados da

---

1 Pós-doutorando em Direito na Universidade do Minho (Braga – Portugal), Doutor em Direito na Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Unisinos – São Leopoldo – RS). Professor e Coordenador do Curso de Direito das Faculdades Integradas de Bauru (FIB). Investigador Integrado Doutorado, no âmbito das atividades do E-Tec, JusGov – Escola de Direito da Universidade do Minho. E-mail: [camilostangherlimferraresi@gmail.com](mailto:camilostangherlimferraresi@gmail.com).

2 PhD degree in Public Law at Law Faculty of University of Coimbra. Professor at University of Minho Law School and Director of Administrative Law Master. Researcher at JusGov, Center for Research in Justice and Governance, University of Minho Law School. Member of the editorial board of the magazine: *Cadernos de Justiça Administrativa e Questões Actuais de Direito Local*. E-mail: [isabel.uminho@gmail.com](mailto:isabel.uminho@gmail.com).

Organização das Nações Unidas (ONU), em 2014, 54% da população mundial vivia em áreas urbanas, com projeção de crescimento para 70% em 2050 (ONU-Habitat, 2023). Assim, pensar o futuro das cidades é pensar o futuro da humanidade.

Nesse cenário, as cidades têm grande impacto no desenvolvimento econômico e social dos países e começam a ocupar um lugar inexplorado no cenário mundial, contando com poder econômico, político e tecnológico. Constituem verdadeiros ecossistemas onde as pessoas vivem e trabalham, onde as empresas desenvolvem a sua atividade e nos quais são prestados inúmeros serviços.

Lefebvre destaca que a filosofia clássica tem por base social e fundamento teórico a Cidade e se “esforça por determinar a imagem da Cidade ideal”. Em *Criticas de Platão* se vê na cidade uma imagem do mundo ou antes do cosmo, um microcosmo. O tempo e o espaço urbanos reproduzem na terra a configuração do universal tal como a filosofia a descobre (Lefebvre, 2016, p. 119).

Se a cidade reproduz a imagem do mundo, a cidade do futuro ecologicamente sustentável necessariamente deverá incorporar o adjetivo inteligente como qualificação do espaço urbano e nesse contexto as *Smart Cities* se colocam como condição de possibilidade para modelos de ocupação urbana sustentáveis, resilientes, seguros, inclusivos e virtuais.

Nesse cenário de urbanização acelerada, inovação tecnológica, utilização de tecnologias de inteligência artificial e mudanças climáticas, em que medida o Direito à Cidade como fio condutor das *Smart Cities* pode(rá) contribuir para a (re)organização do espaço urbano do futuro ecologicamente sustentáveis?

## **AS SMART CITIES E O DIREITO (HUMANO) À CIDADE**

As transformações sociais impactaram ao longo da história a organização do espaço urbano e a construção de modelos de cidades. As cidades modernas, por exemplo, são o retrato do processo de industrialização e da mudança da população rural para o espaço urbano. A cidade incorpora a existência da sociedade urbana, que é a realidade social que nasce no entorno do indivíduo, das relações construídas a partir da convivência humana e “essa sociedade urbana só pode ser concebida ao final de um processo no curso do qual explodem as antigas formas urbanas, herdadas de transformações descontínuas” (Lefebvre, 2019, p. 18).



A superação da concepção jurídica tradicional da cidade se insere nesse processo de transformações descontínuas do espaço urbano e é indispensável para sua adequação aos novos cenários, das mudanças climáticas à (r)evolução tecnológica, de modo a atender as necessidades e demandas ambientais e sociais pela qualidade de vida. A pré-compreensão da cidade engloba a desconstrução da visão tradicional de ocupação do espaço urbano, para o surgimento de um modelo novo, um modelo de cidade inteligente, resiliente e inclusiva, a partir das possibilidades das novas tecnologias, mas não somente elas.

No panorama atual de constantes transformações sociais, ambientais e tecnológicas, com a necessidade de projeção de um futuro ecologicamente sustentável, as cidades inteligentes ou *Smart City* é o próximo passo no transbordamento da compreensão atual do modelo de cidade. Para atender adequadamente aos desafios da sociedade contemporânea, a (re)organização do espaço urbano a partir do modelo de *Smart City* deverá ser orientado pela ética dos Direitos Humanos.

Antes, porém, a propósito do conceito ainda de cidades inteligentes, já se percebe que usamos a expressão “cidade inteligente” como sinônimo de cidade resiliente, cidade sustentável e cidade algorítmica. Importa dizer, em primeiro lugar, que definir a cidade inteligente não é coisa fácil e muito menos é tarefa que mereça a pena exaurir, pois não será nunca encontrada uma definição consensual. (Fonseca; Lopes, 2021) Se assim é, a verdade é que não se pode ir tão devagar neste estudo, pois as cidades em construção já são cidades digitais ou mesmo algorítmicas no presente.

As *Smart Cities* são modelos de cidades em que a tecnologia se coloca como fator capaz de potencializar a dinâmica organizacional do espaço urbano de forma a interagir com os elementos inclusão, sustentabilidade e resiliência, para a (re)construção de cidades humanas, ou seja,

*new and emerging technologies could help cities improve public services (including mobility and well-being), better interact with citizens, increase productivity, and address environmental and sustainability challenges* (UE, 2011, p. 98).

Quem as estuda hoje e procura sobretudo mapear os indicadores de implementação de cidades inteligentes sabe que a construção das cidades já se assenta verdadeiramente em sistemas inteligentes de recolha de dados, através da Internet das Coisas (= IoT),

sensores, drones e câmaras; já pressupõe sistemas abertos de dados, que permitam a recolha, o tratamento em sentido estrito, a interoperabilidade e a reutilização (em modelo *open connectivity and free movement of data*); já configura a governação inteligente, o que requer (e pode pressupor) a recolha direta de dados e a decisão com análise dos mesmos em tempo real, e, portanto, pressupõe a utilização de algoritmos e a Inteligência Artificial (= IA), tanto para análise e sistematização, como para a decisão administrativa automatizada, que é, aliás, se recomenda que seja concebida para espaços de total vinculação, como para a preparação da decisão administrativa local com intervenção de avaliação e apreciação do decisor – ou pelo menos para análise preditiva com vista à decisão humana.

Mas há que se ter muito cuidado para que o desenvolvimento tecnológico seja utilizado em benefício da humanidade e nesse sentido há o risco da emergência de novas tecnologias que podem ter um efeito prejudicial sobre parte da população urbana e maximizar o benefício para a sociedade exigirá regulamentação cuidadosa e planeamento futuro (UE, 2011, p. 98). Também pode-se destacar “problemas como controle, vigilância e monitoramento de coisas e pessoas emergem nesse novo cenário e devem ser encarados com seriedade.” (Lemos, 2013, p. 49). Estudos indicam que

a narrativa *smart* pode mascarar efeitos e custos sociais, incluindo, por exemplo, a implementação de um tipo de governança tecnocrática que exclui a participação cidadã, opera de forma fragmentada e competitiva, reproduzindo as desigualdades socioespaciais (Kraus, 2022, p. 95).

Assim, as *Smart Cities* como modelos de cidades em que a tecnologia se coloca como fator capaz de potencializar a dinâmica organizacional do espaço urbano deverá interagir com os elementos inclusão, sustentabilidade e resiliência, para a (re)construção de cidades humanas, ou seja,

*new and emerging technologies could help cities improve public services (including mobility and well-being), better interact with citizens, increase productivity, and address environmental and sustainability challenges* (UE, 2011, p. 98).

E nesse contexto de riscos e possibilidades, se insere o Direito à Cidade, como fio condutor desse processo, com potência suficiente para emergir uma cidade do futuro que seja intelligen-

te, inclusiva, sustentável e resiliente, com potencialidade para contemplar possibilidades de (re)construção de espaços urbanos orientados para uma sociedade mais justa, igualitária e participativa. O desenvolvimento tecnológico (re)coloca a cidade do futuro no centro das questões globais e “*la ciudad resurge como espacio estratégico para entender tendencias críticas en la reconfiguración del orden social.*” (Sassen, 2007, p. 129).

Não se pode olvidar que o Direito à Cidade foi concebido por Lefebvre como o direito ao encontro, à criação e à participação no processo de construção do espaço urbano. O Direito à Cidade é o “direito à vida urbana renovada e de qualidade – com todo conjunto de implicações a este associado, destacando-se o direito de participação na construção da cidade, no sentido de apropriação do espaço urbano pelos cidadãos (Ferreira, 2020, p. 229). Lefebvre (2016, p. 139) destaca que o Direito à Cidade é o direito

à vida urbana, à centralidade renovada, aos locais de encontro e de trocas, aos ritmos de vida e empregos do tempo que permitem o uso pleno e inteiro desses momentos e locais etc. (2016, p. 139).

Harvey (2014), ao analisar o Direito à Cidade em Henry Lefebvre, explica que o seu surgimento foi uma queixa e uma exigência, ou seja, “a queixa era uma resposta à dor existencial de uma crise devastadora da vida cotidiana na sociedade” (Harvey, 2014, p. 11). A formulação de Lefebvre sobre o Direito à Cidade enquanto queixa e exigência, se amolda a necessidade de um processo constante de ressignificação desse direito, para atender a emergência de uma urbanização não planejada e em constante transformação, que ao excluir os indivíduos das potencialidades da vida urbana não lhes permitem experimentarem todas as suas possibilidades de existência (Ferraresi, 2021).

Nesse sentido, o Direito à Cidade se projeta como condição de possibilidade para (re)organização dos espaços urbanos (sustentáveis) de modo a permitir que todos e todas, presentes e futuros, possam

*habitar, utilizar, ocupar, producir, transformar, gobernar y disfrutar ciudades, pueblos y asentamientos urbanos justos, inclusivos, seguros, sostenibles y democráticos, definidos como bienes comunes para el disfrute de una vida digna y en paz* (PGDC, 2020).

A (re)organização das cidades (inteligentes) a partir do Direito à Cidade deve(rá) incorporar a sustentabilidade como elemento estrutural na organização dos espaços urbanos, tendo em vista a emergência das mudanças climáticas e a probabilidade de ocorrência de desastres ambientais. Todavia, a urbanização urbana sustentável não é suficiente para o enfrentamento da complexidade da sociedade pós moderna:

*En el contexto de los crecientes regímenes antidemocráticos, corporativos y autoritarios, la criminalización de los movimientos sociales y los ataques brutales contra los defensores de los derechos humanos, hacemos un llamamiento urgente a las Naciones Unidas y a todas las instituciones internacionales, regionales, nacionales y locales, a las organizaciones de la sociedad civil y a las/os habitantes de todo el mundo para que den un paso más y adopten el Derecho a la Ciudad como un camino colectivo para construir ciudades justas, inclusivas, pacíficas y sostenibles para todas y todos (PGDC, 2020).*

Hoje o conceito de *Smart City* está associado principalmente à tecnologia e inovação. A nova cidade inteligente, com impacto nas suas estruturas e procedimentos, tecnologias de informação e comunicação, faz uso de software, algoritmos e ferramentas de inteligência artificial, levando-nos a antever o que se designa por governação algorítmica, Open & linked Government Data (O&LGD) ou governação digital. A noção de cidade inteligente está intrinsecamente relacionada a diferentes dimensões do direito de viver com qualidade de vida na cidade, e depende de múltiplos fatores, incluindo a disponibilidade de TICs, aspectos demográficos, geográficos e culturais da cidade, bem como nas escolhas políticas para a cidade (Fonseca, 2023).

Os novos modelos de ocupação urbana (inteligente) devem corresponder às expectativas e necessidades de uma vida digna; respeitar as potencialidades dos projetos de vida individuais e coletivos; e observar as demandas de minorias e grupos sociais vulneráveis; ampliando a participação popular na tomada de decisão para evitar a construção de cidades excludentes; e, garantir um futuro ecologicamente sustentável.

A (r)evolução das cidades (inteligente) a partir do horizonte projetado pelo Direito à Cidade (Inteligente) tem como finalidade inserir a dimensão humana no planejamento urbano com uma mudança de paradigma, das questões de crescimento e industrialização para a busca de soluções em que o humano será o foco central da problematização. Assim, a (r)evolução é oportunidade de (re)organi-

zação do espaço urbano a partir das cidades inteligentes orientadas pelo Direito (Humano) à Cidade.

As cidades inteligentes devem compreender “as temáticas de mobilidade, infraestrutura, saneamento, educação, saúde, segurança, meio ambiente, cultura, novas tecnologias e marco legal, por exemplo, interagem e impactam a dinâmica econômica, social e ambiental do município, em como impactam diretamente a população” (Carvalho, 2019, p. 20). A cidade (inteligente) deve(rá) ser um espaço (re)construído a partir da perspectiva humana, apto a garantir a qualidade de vida de todas as pessoas que (con)vivem em seu perímetro. As cidades do futuro devem ser “vivas, seguras, sustentáveis e saudáveis” (Gehl, 2015, p. 6), como condição de possibilidade para a realização de projetos de vida digna, com significado, a usufruir de forma igualitária dos benefícios da vida urbana.

Nesse sentido, de (re)organização das cidades a partir das experiências das *Smart Cities*, bem como, da emergência da ressignificação do Direito à Cidade (Inteligente), se insere a Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas que estabeleceu os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), sendo que o objetivo 11 trata especificamente das cidades e possui 10 metas. (ONU, 2015). As Nações Unidas consideram essencial o desenvolvimento de cidades inteligentes e

*[...] la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible concede una gran importancia a la urbanización sostenible. Su Objetivo 11 ambiciona conseguir una ciudad y asentamientos humanos inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles. E incluso dentro de ese objetivo se establece un “acceso a sistemas de transportes seguros, asequibles, accesibles y sostenibles” (España Pérez, 2019, p. 15-16).*

Para as Nações Unidas, as cidades inteligentes transcendem o modelo de cidade atual e se colocam como condição de possibilidade para concretização das metas estabelecidas pela Agenda 2030, ou seja:

*[...] las infraestructuras inteligentes otorgan a esas ciudades la posibilidad de dar un salto tecnológico de gran magnitud, ya que esas instalaciones constituyen los cimientos de todos los temas principales relacionados con la ciudad inteligente, siendo los principales componentes de la infraestructura de este tipo de ciudad los edificios, la movilidad, el bienestar, la gestión del agua y de los residuos y, por supuesto, la inteligencia energética, según el organismo internacional (España Pérez, 2019, p. 15-16).*

O Direito à Cidade, os Direitos Humanos e Objetivo 11 (ODS) da Agenda 2030 da ONU são indispensáveis para a (re)construção de espaços urbanos inteligentes para atender às necessidades sociais e mediar esses reclamos com os interesses econômicos que envolvem os movimentos de urbanização e transformação das cidades. As metas previstas no objetivo 11 estão relacionadas diretamente com a (re)adequação das cidades de modo a (re)construir espaços de ocupação urbanos inclusivos, sustentáveis e resilientes que impactarão na (in)efetividade dos direitos humanos, especialmente, das pessoas com deficiência.

Não se pode olvidar, que é imprescindível observar o horizonte de sentido projetado a partir da ODS 11 e a incorporação ao conceito de *Smart Cities* elementos estruturantes como a resiliência, sustentabilidade e inclusão social, características indispensáveis para o enfrentamento e prevenção de desastres naturais decorrentes ou não de mudanças climáticas, bem como, da inclusão social (e digital), em todas as suas perspectivas.

## **AS SMART CITIES COMO MODELO DE CIDADES DO FUTURO ECOLOGICAMENTE SUSTENTÁVEIS**

As *Smart Cities* como modelo de cidades do futuro ecologicamente sustentáveis, a partir da utilização de tecnologias, deverão preparar-se para lidar com as mudanças do clima, com o foco na promoção da qualidade de vida da população. Para tanto, as cidades deverão ter como elementos estruturantes a inclusão, a resiliência, a sustentabilidade e a inteligência, para encontrar respostas adequadas e coletivas para a gestão pública de situações emergenciais.

A sustentabilidade estará no centro da cidade inteligente. É a aplicação das tecnologias de informação na cidade que muscula as metas de sustentabilidade. O que se quer dizer é que a cidade inteligente promove sustentabilidade através de iniciativas de transformação urbana que agreguem planos de mobilidade verde; promove soluções de economia circular e de uso de energias limpas; reproduz edifícios energeticamente sustentáveis; utiliza iluminação pública LED; implementa políticas de gestão de água (com reutilização e aproveitamento), de gestão de resíduos (com redução, reciclagem, reutilização), bem como associa a sustentabilidade à inovação, promovendo estruturas de inovação (laboratórios vivos e outros projetos, como *hubs* de inovação).

A cidade inteligente acrescenta uma dose significativa de tecnologias da informação e comunicação aos processos para a prossecução dos assuntos locais. E, por conseguinte, o que queremos dizer, precisamente, é que o conceito de *smart city* surgiu há duas décadas, associado a questões de sustentabilidade e à gestão eficiente de recursos, e a sua elaboração foi também equacionada em torno de preocupações atinentes à alteração climática, em particular à redução das emissões de carbono.

Mas, hoje, o conceito de *smart city* está sobretudo ligado a tecnologia e à inovação. A nova cidade inteligente faz impactar nas suas estruturas e nos seus procedimentos o máximo potencial das *high-techs*, assentando nas tecnologias da informação e comunicação, em software, algoritmos e ferramentas de inteligência artificial, levando-nos a antever aquilo que se chama a governança algorítmica ou governança digital.

Os serviços públicos na cidade digital são oferecidos aos seus munícipes em plataformas digitais, de maneira que, muito à semelhança de plataformas comerciais – Apple iTunes, Google Play –, permite o contato imediato entre si e os seus munícipes, através de plataformas e procedimentos digitalizados, diretamente ou através de aplicações a descarregar para os respetivos smartphones dos munícipes e dos utentes, em geral. E já hoje e agora são disponibilizados para download nas App Store, Google Play e App Galery, Apps diversificadas, permitindo o acesso a serviços locais totalmente digitalizados (Reichental, 2020). Estes serviços, que abrangem cada vez mais domínios de serviços públicos de prestação, têm vindo a alargar-se, de norte a sul do país, de modo acelerado.

A governança pública local digital nas novas cidades pode começar por se revelar na existência de um Website interativo, que não seja apenas informativo ou de montra turística de produtos e serviços locais. Ademais a governança local digital que a cidade inteligente concebe faz tramitar pedidos de satisfação de prestações sociais ou outros pedidos de satisfação de direitos e interesses mais simples através de procedimentos desmaterializados, de procedimentos eletrônicos (sendo alguns dos procedimentos totalmente digitais); serve-se de plataformas eletrônicas para exercício da função administrativa; e oferece serviços digitais, fixando as próprias condições de uso, obrigando os munícipes a descarregar formulários normalizados para solicitar e obter decisões, bens ou serviços (Gassman; Böhm; Palmié, 2019).

O exercício da cidadania participativa, como seja participar em votações e procedimentos ou obter informação sobre circuito de transportes públicos e a compra online de bilhetes ou solicitar informação e proceder à comunicação de informações são realidades frequentes nas cidades inteligentes estudadas. Nesse diapasão, não se pode perder do horizonte desse processo de (re)construção dos espaços urbanos, a qualidade de vida dos homens e mulheres que (con)vivem nas cidades e o planejamento participativo é instrumento fundamental enfrentamento das adversidades, haja vista que as cidades “são *locus* de articulação e organização social e econômica e, por isso, sem um compromisso com os projetos e programas, os princípios de sustentabilidade, manutenção do bem-estar e da qualidade de vida tornam-se mera falácia” (Guimarães, 2020, p. 198).

As cidades inteligentes estão diretamente ligadas ao exercício da cidadania e, nesse contexto, cidadania não se resume “tão somente à condição de cidadão estático, condicionado e limitado à fruição de direitos, mas também está atrelada à condição de ator responsável pela implementação de projetos de cunho social, cultural, tecnológico, medicinal, mercadológico, etc.” (Remedio; Silva; 2017, p. 676). A compreensão da responsabilidade que decorre a condição de ator responsável pela participação no processo de decisão e na implementação dos projetos urbanos, favorece(rá) “a geração de riquezas, progresso e desenvolvimento, meios esses de instrumentalização dos cidadãos colaboradores para o efetivo exercício da cidadania” (Remedio; Silva; 2017, p. 676).

Nesse contexto, a tecnologia a serviço da humanidade abre uma janela de possibilidade para transformação do espaço urbano. As plataformas tecnológicas podem ser utilizadas para a adequada (re)organização dos espaços urbanos a partir das *Smart Cities* e a Internet das Coisas (IoT)

*[...] is a technological platform that presents a new paradigm where everyday life objects will be equipped with devices such as microcontrollers, transceivers and communication protocols that will allow communication with each other and with its users, becoming an integral element of the Internet (Niebla Zatarain, 2018, p. 206).*

A Internet das Coisas (IoT) é uma plataforma tecnológica importante para a construção de cidades inteligentes enquanto espaços urbanos humanos, construídos e orientados para possibilitar vidas possíveis dignas e inclusivas, tendo os Direitos humanos como



horizonte de sentido e vetor ético nessa revolução e transformação da vida urbana.

A Internet das Coisas (IoT) permitirá o monitoramento e interação com uma grande variedade de aparelhos produzindo uma grande variedade de dados que podem ser usados para fins de eficiência, organização, planejamento e tomada de decisões para (re) organização constante dos espaços urbanos. A Internet das Coisas (Iot) é fundamental na evolução dos espaços urbanos. Niebla Zata-rain destaca que

*this idea has been supported by many governments that considers it as a suitable platform to achieve urban efficiency goals such as managing resources, to increment the quality of public services and encourage government-citizen interaction (2018, p. 206).*

A cidade digital tem implementadas nas suas estruturas sistemas inteligentes para as mais diversas funcionalidades. A cidade digital recolhe dados sobretudo através de IoT, servindo-se de sensores, câmara (ou drones) para obter informação em tempo real sobre a qualidade do ar; o ruído ou o estado do parque arbóreo; as condições de armazenamento de lixo e resíduos em contentores municipais; ou ainda a fluidez no trânsito ou a lotação de estacionamento. Com mais detalhe, a cidade digital serve-se de TIC, potencializando a implementação de sistemas inteligentes para a segurança, proteção e socorro (relativos a pessoas, a pessoas e coisas, incêndios, e acidentes e outras ocorrências), também para monitorar a mobilidade das pessoas e o trânsito, o estacionamento de veículos em lugares públicos, as cargas e descargas, a lotação do estacionamento pago, permitindo detectar em tempo real o número de lugares disponíveis, bem como o estacionamento indevido ou a velocidade da condução de veículos em certas faixas de rodagem. Os sistemas inteligentes também são aplicáveis à iluminação pública; à gestão e monitorização de águas, podendo estar ao serviço da prevenção de perdas de água por mau acondicionamento da rede de saneamento; podem ainda ser aplicados ao armazenamento e recolha de resíduos e lixo; à monitorização da qualidade do ar, e ao risco de ataque de vespas, por exemplo.

A cidade digital tem governança inteligente assente no modelo “DIKW” (Data-Information-Knowledge-Wisdom): ou seja, na escolha de decisões a partir do modelo Pirâmide, tendo na base a informação ou os dados, seguindo-se a análise de dados tendo em vista

a produção de conhecimento, e por fim a decisão futura, com ponderação. A cidade digital tem centralização de dados e analisa de modo síncrono, num centro ou sala de controle (Data governance board).

Em suma, no exercício da função administrativa na cidade inteligente, os decisores públicos recolhem e analisam dados para a tomada de decisão em tempo real, sobretudo em áreas como o trânsito; a proteção e o socorro; o estacionamento e outras ocorrências reportadas, ou para a escolha de políticas públicas a médio e longo prazo, nos mais diversos domínios, como no planejamento urbano; no desenho de espaços verdes; ou na adoção de políticas locais atinentes à saúde, à educação ou ao turismo.

Portanto, na cidade digital, os serviços públicos servem-se de ferramentas digitais oferecendo aos utentes que deles façam usos, fixando as próprias condições de uso, obrigando a usar formulários normatizados para solicitar e obter decisões, bens ou serviços, potencializando o exercício da cidadania participativa, como seja fixar as regras de participação online em votações e procedimentos, tal como já acontece com muita regularidade a propósito do orçamento participativo. Neste tipo de atuação administrativa na cidade digital, garante-se que o serviço público online faz parte das rotinas das pessoas e das empresas, de maneira que o cidadão pode obter informação sobre circuito de transportes públicos, consultar horários, a rede de transporte público e, especialmente, pode comprar os bilhetes a partir de casa e acompanhar em tempo real o circuito e o tempo de espera do transporte a usar, sem sair do seu lugar. Na cidade digital permite-se também que as comunicações sejam feitas digitalmente, podendo a leitura de consumos de água ou de ocorrências diversas realizar-se através de um simples clicar, numa App descarregada num telefone móvel (Lisdorf, 2020).

Nesse diapasão, Schwab (2016) destaca que as cidades inteligentes “conectarão serviços, redes públicas e estradas à internet. Essas cidades irão gerenciar sua energia, fluxos de materiais, logística e tráfego”. E muito mais do que isso:

[...] as cidades inteligentes estão continuamente ampliando sua rede tecnológica de sensores e trabalhando suas plataformas de dados, que serão o centro de conexão de diferentes projetos tecnológicos e da adição de serviços futuros, com base na análise de dados e modelagem preditiva (Schwab, 2016, p. 135).

A eficiência urbana para planejamento e gerenciamento de recursos, melhoria na qualidade dos serviços públicos e ampliação

da participação do indivíduo na governança das cidades das cidades inteligentes tem como característica fundamental o fortalecimento da transparência da administração pública e permitir a participação das pessoas que vivem nas cidades na formação e identificação das estratégias públicas, conscientização das necessidades urbanas e, ainda, maior colaboração entre esferas públicas e privadas.

Pode-se destacar, como impactos positivos das cidades inteligentes: o aumento da eficiência na utilização dos recursos; aumento da produtividade; aumento da densidade; melhoria da qualidade de vida; efeito sobre o meio ambiente; melhor acesso da população em geral aos recursos; menor custo de prestação de serviços; maior transparência em torno de uso e estado dos recursos; diminuição da criminalidade; aumento da mobilidade; geração e consumo descentralizados de energia alternativas; produção descentralizada de bens; aumento da resiliência aos impactos das mudanças climáticas, redução da poluição, aumento do acesso à educação; acessibilidade mais rápida aos mercados; mais empregos; e, governo eletrônico mais inteligente (Schwab, 2016).

Entre os pontos positivos, vale destacar que as tecnologias que vão facilitar a participação popular no processo de tomada de decisão, evoluindo de uma democracia representativa para uma participativa. O governo eletrônico permitirá uma participação mais efetiva da população na tomada de decisões e também facilitará o fluxo de informações sobre os acontecimentos e fenômenos ambientais relacionados com a cidade (Schaffers *et al.* 2011).

Vale ressaltar que entre as metas do ODS 11 relacionadas a sustentabilidade e resiliência, pode-se destacar a meta 11.4, fortalecer esforços para proteger e salvaguardar o patrimônio cultural e natural do mundo; 11.5, reduzir significativamente o número de mortes e o número de pessoas afetadas por catástrofes e substancialmente diminuir as perdas econômicas diretas causadas por elas em relação ao produto interno bruto global, incluindo os desastres relacionados à água, com o foco em proteger os pobres e as pessoas em situação de vulnerabilidade; meta 11.6, reduzir o impacto ambiental negativo per capita das cidades, inclusive prestando especial atenção à qualidade do ar, gestão de resíduos municipais e outros (Plataforma Agenda 2030, 2015).

Cidades inteligentes ecologicamente sustentáveis devem necessariamente incorporar a inclusão social e digital de todos que vivem no espaço urbano, haja vista que a sustentabilidade da cidade contempla necessariamente a proteção jurídica e social dos grupos que se encontram em situação de vulnerabilidade, ou seja,

[...] uma cidade verdadeiramente sustentável, para além de seus projetos arquitetônicos ecologicamente adequados, não pode prescindir de modificar a situação de grupos que vivem em situação de vulnerabilidade socioambiental, garantindo também a eles o meio ambiente como bem de caráter difuso, transindividual e coletivo de uso comum do povo (Souza; Albino, 2020, p. 437-438).

O significado de sustentabilidade ambiental perpassa pelo sentido de sustentabilidade social que consiste no aspecto social relacionado às qualidades dos seres humanos e

[...] encontra sérios desafios para ser implementada nas cidades, posto que dificilmente é considerada nos planejamentos urbanos. Políticas públicas voltadas à promoção de oportunidades iguais de acesso aos espaços públicos e à mobilidade incentivam as imprescindíveis trocas culturais do tecido social, fomentando interações e convivência comunitária e a diminuição do desequilíbrio coletivo (Souza; Albino, 2020, p. 438).

Pode-se apontar aqui, a meta 11.3 que prevê que até 2030, deve-se aumentar a urbanização inclusiva e sustentável, e a capacidade para o planejamento e a gestão participativa, integrada e sustentável dos assentamentos humanos, bem como, proporcionar o acesso universal a espaços públicos seguros, inclusivos, acessíveis e verdes, em particular para as mulheres e crianças, pessoas idosas e pessoas com deficiência.

Aqui se coloca claramente um dos desafios do Direito em relação a (re)organização do espaço urbano ecologicamente sustentável, uma vez que a cidade do futuro deverá proporcionar aos seus habitantes, espaços e serviços públicos de qualidade que melhoram as interações sociais e a participação política, promovam expressões socioculturais que abraçam a diversidade e promovam a coesão social (ONU-Habitat, 2020).

Além de inclusivas, as cidades ecologicamente sustentáveis também são necessariamente resilientes. A resiliência, como característica da cidade, será fundamental para o enfrentamento adequado de eventuais desastres, porque resiliência tem sua origem no latim, e significa “voltar ao seu estado original”, ou seja, é a capacidade da cidade retomar seu funcionamento de natural após situações de graves perturbações decorrentes de desastres naturais; ou ainda, resiliência como

A capacidade dos sistemas social, econômico e ambiental de lidar com um evento, tendência ou distúrbio perigoso, respondendo ou se reorganizando de modo a manter sua função essencial, identidade e estrutura, mantendo, ao mesmo tempo, a capacidade de adaptação, aprendizagem e transformação (IPCC, 2014, p. 5).

A resiliência das cidades implica necessariamente na inteligência, sendo que cidade inteligente é um lugar complexo, em que a partilha de informações permitiria o fortalecimento da participação da população no planejamento urbano, bem como, para a rápida tomada de decisão em caso de eventos catastrófico (Sennett, 2018). Cidades resilientes e inteligentes seriam modelos urbanísticos aptos ao enfrentamento dos riscos originados do cenário de desastres naturais decorrentes de mudanças climáticas, haja vista, a capacidade de retomar rapidamente o funcionamento dos serviços públicos, rapidez e flexibilidade de estruturas sociais e a possibilidade de tomada de decisões com maior participação popular por meio de ferramentas tecnológicas.

O momento vivido pela humanidade seja nos espaços urbanos ou rurais, se caracteriza pela necessidade de adaptação, de mudança de hábitos, de destacar o aprendizado com a tradição da vida sobre a Terra, a fim interpretar os eventos climáticos como sinais da natureza para iniciar uma mudança (IDB, 2019). Klug (2018, p. 85) destaca que “gerar resiliência faz parte do esforço para garantir um desenvolvimento sustentável que altere os atuais padrões de produção e consumo”.

A perspectiva ambiental atravessa as características da *Smart City* e se projeta como elo de ligação entre os elementos apontados, a partir da mediação da tecnologia. No caso das mudanças climáticas e dos eventos ambientais desastrosos, a tecnologia poderá auxiliar na preparação da cidade para a chegada de tempestades, ventos fortes, dentre outros fenômenos da natureza. Ao mesmo tempo, os indicadores apontados servirão para qualificar a vida das pessoas nos centros urbanos.

A sustentabilidade e a resiliência dialogam com os direitos de participação e tomada de decisões ambientais, sendo aqui, ponto central do horizonte de sentido projetado pelo Direito à Cidade (Inteligente), uma vez que se verifica claramente como os elementos estruturantes das *Smart Cities* se inter-relacionam na (re)organização de espaços urbanos ecologicamente sustentáveis.

As cidades do futuro devem nortear o planejamento urbano de modo a atender as necessidades desses atores sociais de maneira a assegurar a inclusão social, o acesso a novas tecnologias, o remodelamento dos espaços urbanos. O planejamento urbano deve conter uma exposição ordenada dos objetivos a serem enfrentados e uma reflexão antecipada, planejamento preventivo e escolha estratégica sobre desenvolvimento desejado (Guimarães; Araújo, 2018). Nesse sentido:

Cumpram-se ressaltar que intimamente relacionados aos direitos de participação na tomada de decisões ambientais, estão os direitos de liberdade de expressão e associação, fundamentais para proteção dos defensores do meio ambiente, que com bastante frequência têm sido vítimas, até mesmo assassinados, em virtude de suas reivindicações. Com efeito, nesses casos, os Estados não devem apenas se abster de violar diretamente os direitos de liberdade de expressão e associação, mas também devem tomar medidas positivas de proteção à vida, liberdade e segurança das pessoas que agem em defesa do meio ambiente. Enfim, o Estado deve tomar todas as medidas necessárias para proteger o exercício legítimo dos direitos humanos de todos ao promoverem a defesa e proteção do meio ambiente e o desenvolvimento sustentável (Campello, 2020, p. 30).

A participação efetiva de todos os atores é processo fundamental de construção de cidades humanas inclusivas e sustentáveis. A governança participativa é o fio condutor para a adequada (re)organização de espaços urbanos humanizados e “o comprometimento dos governantes e o direcionamento estratégico de recursos, associados com o desenvolvimento dessas políticas necessárias à efetiva implementação das diretrizes constitucionais, são aspectos fundamentais para o equilíbrio social voltado ao bem comum da coletividade” (Souza; Albino, 2020, p. 438-439).

Assim, “a ideia de *Smart Cities* está enraizada na criação e conexão de capital humano, capital social e infraestrutura de tecnologia da informação e comunicação (TIC) para gerar maior e mais sustentável desenvolvimento econômico e melhor qualidade de vida. Em certo sentido, Cidade Inteligente é aquela cujo governo é capaz de coletar dados, planejar e decidir com base neles, direcionar e fiscalizar em tempo real por meio de Tecnologias de Informação e Comunicação e Big Data, por meio de softwares e algoritmos em Nuvem (Fonseca, 2023). Em suma, *smart city* é o resultado da aplicação

de ciência e tecnologia na governança local, permitindo solucionar os problemas das cidades do século XXI, como a racionalização no uso de recursos, a neutralização das externalidades ambientais e a mitigação dos fatores de risco das alterações climáticas, prestando serviços de inegável valor acrescentado, permitindo o desenvolvimento humano e a inclusão social (Fonseca, 2023).

Diante do desafio de projetar cidades ecologicamente sustentáveis, a inteligência se coloca como adjetivo das cidades no sentido de utilização de tecnologias para (re)construção e desenvolvimento das cidades do futuro que sejam espaços humanos, participativos, inclusivos, digitais e sustentáveis. A participação humana no processo de (re)organização do espaço urbano do futuro é o elemento central na (r)evolução propiciada pelas *Smart Cities* como modelo de ocupação do solo urbano e um modelo de governança participativa será condição de possibilidade para cidades ecologicamente sustentáveis.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A (re)organização dos espaços urbanos ecologicamente sustentáveis, a partir do modelo das *Smart Cities*, estruturados por um plano de transição digital, inclusão, sustentabilidade, resiliência e segurança, demanda especial atenção do Sistema do Direito. Por se tratar de um fenômeno transversal, o conceito tem sido alcançado por meio do diálogo entre os diversos ramos do conhecimento e da ciência e o “Direito será essencial para estruturar de forma coordenada esta nova realidade emergente, evitando ir a reboque da mesma, como tem acontecido até então (Fonseca; Prata, 2019, p. 253).

A noção de *smart city* está intrinsecamente relacionada à tecnologia disponível, aos aspectos demográficos e geográficos da cidade, aos aspectos culturais locais e às políticas prioritariamente aceitas para a cidade. Refira-se que é comum no discurso fazerem-se referências a múltiplas dimensões da *Smart City*, sendo muito diversificados os projetos que permitem a sua concretização. Assim, fala-se em economia inteligente, vida inteligente, ambiente inteligente, mobilidade inteligente, edifícios inteligentes, entre outras possibilidades.

Pois bem, se as cidades inteligentes têm concretizadas diversas iniciativas de sustentabilidade atinentes à mobilidade-estacionamento, à promoção de energias limpas, à iluminação pública com base em sistemas LED, à gestão de água (reutilização e aproveitamento), à gestão de resíduos (promovendo redução, reciclagem e reutilização), a verdade é que os objetivos de sustentabilidade a alcançar em cada uma das iniciativas são mais eficazmente conseguidos se estas forem acompanhadas de TIC e da implementação de sistemas inteligentes para cada uma das referidas funcionalidades. O necessário é assegurar que recentre no tema a proteção dos direitos dos titulares de dados nas cidades inteligentes. A cidade inteligente, impactando em suas estruturas e procedimentos as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), e fazendo uso de softwares, algoritmos e ferramentas de inteligência artificial, nos faz acreditar que a nova *Algorithmic Governance* ou governança digital local será ecologicamente correta.

Portanto, as tecnologias de informação e de comunicação, de que as cidades digitais se servem com grande intensidade, demonstraram que é possível, ao mesmo tempo, alcançar propósitos de sustentabilidade ambiental e promover as cidades neutras, contribuindo tanto com soluções que têm zero impacto na alteração climática como demonstrando ser o melhor meio para aceder aos serviços públicos.

As novas tecnologias, por si só, não resolvem os problemas das cidades no Brasil e no mundo. Elas são um caminho, mas será necessário que o ser humano também faça a sua parte, como integrante do Sistema Social, fomentando atitudes responsáveis e comprometidas com a sustentabilidade. A (re)construção da cidade deve ser desenvolvida a partir das pessoas, das necessidades, dos problemas sociais, das mudanças do clima, do aumento da ocorrência de desastres naturais, da compreensão dos processos históricos, da democratização da cultura e de acesso a serviços públicos, mobilidade urbana, melhoria no patamar mínimo civilizatório.

E aqui se insere o Direito à Cidade como fio condutor para (re)organização do espaço urbano do futuro ecologicamente sustentável, com a materialização do direito à obra por meio da governança participativa. A sustentabilidade e a resiliência das cidades inteligentes, perpassa necessariamente pela inclusão dos cidadãos na governança local. A *Smart City* como um espaço de convivência projetado humanamente para a aprendizagem, impulsionadas pelas novas tecnologias e por uma ocupação diferenciada do solo urbano



orientado pelo Direito à Cidade (Inteligente) se coloca como estruturas sustentáveis e resilientes adequadas para enfrentar os desafios do cenário das mudanças climáticas.

## REFERÊNCIAS

- CAMPELLO, Livia Gaigher Bósio. Direitos humanos e a Agenda 2030: uma mudança de paradigma em direção a um modelo mais equilibrado para o desenvolvimento sustentável. *In: CAMPELLO, Livia Gaigher Bósio (coord.). **Direitos humanos e meio ambiente**: os 17 objetivos de desenvolvimento sustentável da Agenda 2030.* São Paulo: IDHG, 2020. p. 22-41.
- CARVALHO, Grazielle. **Cenários futuros para cidades inteligentes.** São Paulo: Trilha Treinamentos e Consultoria, 2019.
- ESPAÑA PÉREZ, José Alberto. Delimitación conceptual del término smart mobility y conceptos afines: presupuesto para la sostenibilidad ambiental. **Actualidad Jurídica Ambiental**, 28 oct. 2019. Disponível em: <https://www.actualidadjuridicaambiental.com/articulo-doctrinal-delimitacion-conceptual-del-termino-smart-mobility-y-conceptos-afines-presupuesto-para-la-sostenibilidad-ambiental/>. Acesso em: 13 ago. 2023.
- FERREIRA, Antonio Rafael Marchezan. Direito à cidade e direito urbanístico: limites e relações recíprocas. *In: LIBÓRIO, Daniela Campos (coord.). **Direito Urbanístico**: fontes do direito urbanístico e direito à cidade.* Belo Horizonte: Fórum, 2020. p. 229-244.
- FERRARESI, Camilo Stangherlim. **A Ressignificação do Direito à Cidade a partir dos Direitos Humanos**: as Smart Cities como um espaço para garantir a qualidade de vida das pessoas com deficiência. Blumenau: Dom Modesto, 2021.
- FONSECA, Isabel Celeste. Smart Cities and Law, E. Governance and Rights: Because we need a global digital transition strategy for the city. *In: FONSECA, Isabel Celeste. **Smart Cities and Law, E-Governance and Rights.*** Milão: Wolters Kluwer, 2023. p. 1-28.
- FONSECA, Isabel Celeste; LOPES, Rita. A cidade inteligente e a descoberta da proximidade: a cidade em 15 minutos. *In: CARVALHO, Maria Miguel; MOREIRA, Sónia (eds.). **E. Tec Yearbook, Governance & Technology**,* Braga, Portugal, JusGov – Re-

- search Centre for Justice and Governance, School of Law, University of Minho, 2021, p. 75-93, 2021.
- FONSECA, Isabel Celeste Monteiro da; PRATA, Ana Rita Almeida. Smart cities vs. Smart (er) governance: Cidades inteligentes, melhor governação (ou não). **Questões Atuais de Direito Local**, n. 24, p. 19-38, 2019.
- GEHL, Jan. **Cidades para pessoas**. Tradução Anita Di Marco. 3. ed. São Paulo: Perspectiva, 2015.
- GASSMANN, O.; BÖHM, J.; PALMIÉ, M. **Smart Cities**. Introducing Digital Innovation to Cities. Bingley, UK: Emerald Publishing, 2019.
- GUIMARÃES, Angélica. A ordem jurídica urbana e o Direito à Cidade: uma leitura crítica sob o olhar da Constituição Federal de 1988. *In*: LIBÓRIO, Daniela Campos (coord.). **Direito urbanístico**: fontes do direito urbanístico e direito à cidade. Belo Horizonte: Fórum, 2020. p. 193-228.
- GUIMARÃES, Patrícia Borba Vilar; ARAÚJO, Douglas da Silva; LIMA, Gabriel Maciel de. Perspectivas sobre políticas públicas de inclusão digital e fomento às cidades inteligentes. *In*: FERNANDES, Ricardo Vieira de Carvalho; CARVALHO, Angelo Gamba Prata de (coord.). **Tecnologia jurídica & direito digital**: II Congresso Internacional de Direito, Governo e Tecnologia-2018. Belo Horizonte: Fórum, 2018. p. 439-450.
- HARVEY, David. **Cidades rebeldes**: do direito à cidade à revolução urbana. Tradução Jeferson Camargo. São Paulo: Martins Fontes, 2014.
- INTER-AMERICAN DEVELOPMENT BANK (IDB). Emerging and sustainable cities program. **IDB**, New York, 2019. Disponível em: <https://www.iadb.org/en/who-we-are/topics/urban-development-and-housing/urban-development-and-housing-initiatives/emerging>. Acesso em: 21 ago. 2023.
- KLUG, Letícia. Resiliência e ecologia urbana. *In*: COSTA, Marco Aurélio; MAGALHÃES, Marcos Thadeu Queiroz; FAVARÃO, Cesar Buno (org.). **A nova agenda urbana e o Brasil**: insumos para sua construção e desafios a sua implementação. Brasília, DF: Ipea, 2018. p. 83-90.
- KRAUS, Lalita. Contra o fetiche tecnológico: repensar o planejar no contexto das cidades inteligentes. **Boletim CTS em foco**, v. 2, n. 1, p. 91-96, jan./mar. 2022.

- LEFEBVRE, Henri. **A revolução urbana**. Tradução Sérgio Martins. 2. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2019.
- LEFEBVRE, Henri. **O direito à cidade**. Tradução Rubens Eduardo Frias. 5. ed. São Paulo: Centauro, 2016.
- LEMOS, André. Cidades Inteligentes. **GV-executivo**, v. 12, n. 2, p. 46-49, jul./dez. 2013.
- LISDORF, Anders. **Demystifying Smart Cities**. Practical Perspectives on How Cities can Leverage the Potential of New Technologies. Copenhagen, Denmark: Apress, 2020.
- NIEBLA ZATARAIN, Jesús Manuel. Smart cities and personal data: balancing innovation, technology and the law. **Direito, Estado e Sociedade**, Rio de Janeiro, n. 53, p. 205-223, jul./dez. 2018. Disponível em: <https://revistades.jur.puc-rio.br/index.php/revistades/article/view/1324>. Acesso em: 13 jul. 2023.
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). O que é a Agenda 2030? **ONU**, Nova York, 2015. Disponível em: <http://www.agenda2030.com.br/>. Acesso em: 22 set. 2023.
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). Relatório Anual ONU-Habitat 2022. **Nações Unidas Brasil**, Rio de Janeiro, 26 jul. 2023. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/240331-relatório-anual-2022-do-onu-habitat>. Acesso em: 13 mar. 2024.
- PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS (IPCC). **Alterações climáticas 2014**: impactos, adaptação e vulnerabilidade: resumo para decisores. Lisboa: Instituto Português do Mar e da Atmosfera, 2014. Disponível em: [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/ar5\\_wg2\\_spmport-1.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/ar5_wg2_spmport-1.pdf). Acesso em: 22 set. 2023.
- PLATAFORMA AGENDA 2030: acelerando as transformações para a Agenda 2030 no Brasil. [S. l.], 2015. Disponível em: <http://www.agenda2030.com.br/ods/11/Agenda2030>. Acesso em: 22 set. 2023.
- PLATAFORMA GLOBAL POR EL DERECHO A LA CIUDAD (PGDC). **Declaración en el día mundial por el derecho a la ciudad**. [S. l.], 2020. Disponível em: <https://www.right2city.org/es/news/declaration-on-the-world-day-for-the-right-to-the-city/>. Acesso em: 22 set. 2023.
- PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS (ONU-Habitat) **Componentes del derecho**

- a la ciudad.** Ciudad de México, 24 feb. 2020. Disponível em: <https://onuhabitat.org.mx/index.php/componentes-del-de-recho-a-la-ciudad>. Acesso em: 13 jul. 2023.
- REMEDIÓ, José Antonio; SILVA, Marcelo Rodrigues. O uso monopolista do Big Data por empresas de aplicativos: políticas públicas para um desenvolvimento sustentável em cidades inteligentes em um cenário de economia criativa e de livre concorrência, **Revista Brasileira de Políticas Públicas**, Brasília, DF, v. 7, n. 3, p. 672-693, dez. 2017.
- REICHENTHAL, Jonathan. **Smart Cities for dummies**. Hoboken, NJ, EUA: John Wiley & Sons, 2020.
- SASSEN, Saskia. **Una sociología de la globalización**. Buenos Aires: Katz, 2007.
- SCHAFFERS, Hans *et al.* Smart cities and the future internet: towards cooperation frameworks for open innovation. *In*: DOMINGUE, J. *et al.* (ed.). **The future Internet: future Internet assembly 2011: achievements and technological promises**. Heidelberg: Springer, 2011. p. 431-446.
- SCHWAB, Klaus. **A quarta revolução industrial**. Tradução Daniel Moreira Miranda. São Paulo: Edipro, 2016.
- SASSEN, Saskia. **Una sociología de la globalización**. Tradução María Victoria Rodil. Cali, Colombia: Carvajal Soluciones, 2015.
- SENNETT, Richard. **Construir e habitar: ética para uma cidade aberta**. Rio de Janeiro: Record, 2018.
- SOUZA, Maria Cláudia da Silva de; ALBINO, Priscilla Linhares. Cidades sustentáveis: desafios que ultrapassam as estruturas físicas. *In*: CAMPELLO, Livia Gaigher Bósio (coord.). **Direitos humanos e meio ambiente: os 17 objetivos de desenvolvimento sustentável da Agenda 2030**. São Paulo: IDHG, 2020. p. 428-452.
- UNIÃO EUROPEIA (UE). **Cidades de amanhã – desafios, visões e perspectivas**. Bruxelas: UE, 2011. Disponível em: [https://ec.europa.eu/regional\\_policy/sources/studies/citiesoftomorrow/citiesoftomorrow\\_final\\_pt.pdf](https://ec.europa.eu/regional_policy/sources/studies/citiesoftomorrow/citiesoftomorrow_final_pt.pdf). Acesso em: 22 set. 2023.

# INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARA UMA AGRICULTURA MAIS SUSTENTÁVEL: APLICAÇÕES E DESAFIOS ÉTICOS<sup>1</sup>

*Haide Maria Hupffer<sup>2</sup>*  
*Adriano Sbaraine<sup>3</sup>*  
*Danielle Paula Martins<sup>4</sup>*

## INTRODUÇÃO

A Inteligência Artificial (IA) avança a passos largos em todos os setores econômicos e em todos os domínios da vida individual e coletiva. No campo da agricultura, assim como está ocorrendo nas demais áreas de aplicação e conhecimento, a IA impulsiona mudanças transformadoras e traz consigo oportunidades inimagináveis, mas também riscos para o ser humano e para o meio ambiente. Quando se fala em benefícios, sistemas de análise e tomada de decisões baseados em IA voltados à agricultura permitem novas formas

- 
- 1 Este trabalho é o resultado parcial das pesquisas realizadas pelos autores no âmbito do projeto de pesquisa “Inteligência Artificial para um Futuro Sustentável: Desafios Jurídicos e Éticos”. Edital CNPq/MCTI/FNDCT N° 18/2021 – Universal 2021 – Processo: 405763/2021-2.
  - 2 Pós-Doutora e Doutora em Direito pela Unisinos. Docente e Pesquisadora no Programa de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental da Universidade Feevale e do Curso de Direito. Líder do Grupo de Pesquisa CNPq/Feevale “Direito e Desenvolvimento”. Líder do Projeto de Pesquisa CNPq/Feevale “Inteligência Artificial para um Futuro Sustentável: Desafios Jurídicos e Éticos”. E-mail: haide@feevale.br.
  - 3 Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental da Universidade Feevale. Mestre em Qualidade Ambiental pela Universidade Feevale. Pós-Graduado em Direito Previdenciário. Advogado. E-mail: dradriano@hotmail.com.
  - 4 Doutora em Qualidade Ambiental pela Feevale. Docente e Pesquisadora no Programa de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental da Universidade Feevale. Coordenadora do Laboratório de Vulnerabilidades, Riscos e Sociedade – LaVuRS. E-mail: daniellepm@feevale.br.

de aumentar a produtividade, automatizar processos, reduzir custos, monitorar a lavoura com diagnóstico em tempo real, obter dados relacionados às mudanças do clima. A IA na agricultura chega com a promessa de minimizar os impactos ambientais decorrentes do uso de agroquímicos com sistemas de agricultura de precisão.

Os exemplos mostram que a IA está transformando profundamente a agricultura, o que exige um olhar mais atento para garantir que esteja alinhada com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, com as expectativas éticas e sociais relacionadas à responsabilidade com as presentes e futuras gerações.

Os sistemas de IA ingressaram na agricultura e têm conquistado espaço para tornar os processos mais inteligentes em todo ciclo de vida de um produto, desde a pré-produção, produção e pós-produção. Com a utilização de aprendizado de máquinas (Machine Learning), os algoritmos são projetados para aprenderem com dados, experiências, acertos e erros, retroalimentando o sistema de IA. A agricultura é um setor que utiliza muitos recursos naturais e que é sensível a fatores externos, disponibilidade hídrica, condições do solo, alterações climáticas, doenças e pragas, eventos extremos. Os algoritmos programados aprendem com os dados, identificam tendências e padrões, realizam análises preditivas e inferências, mas, para que isso ocorra, precisam de uma base de dados científica e eticamente confiável e sólida. O desenvolvimento de sistemas de IA na agricultura também deve considerar a sustentabilidade ambiental com menores danos aos recursos ambientais.

Considerando esses aspectos, o estudo objetiva abordar a evolução da Inteligência Artificial na agricultura, não apenas sob o viés das inúmeras aplicações já em andamento, mas com o intento de provocar uma reflexão acerca de que modo esses avanços podem contribuir para uma agricultura mais sustentável e se as questões éticas, de transparência, segurança e riscos estão sob vigilância de modo a primar pela segurança e a integridade de valores que orbitam o campo da ética.

A pesquisa possui natureza descritiva e exploratória e aborda exemplos de IA utilizados para o desenvolvimento sustentável e para a agricultura. O método é o dedutivo e, como procedimento técnico, utiliza-se a pesquisa bibliográfica. Inicialmente, busca-se discorrer sobre a inteligência humana e a inteligência artificial para, em sequência, contextualizar a IA e sustentabilidade ambiental, finalizando com a discussão sobre sistemas de IA para uma agricultura mais sustentável.

## APONTAMENTOS SOBRE INTELIGÊNCIA HUMANA E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

O ser humano, por ser capaz de questionar a sua própria realidade e existência, é uma espécie de animal autoconsciente de si mesmo. Diferencia-se por sua capacidade cognitiva e a sua liberdade, o que exige que tome decisões em diferentes contextos. Sua subestrutura psíquica e orgânica o fazem um ser sensível, inteligente, dotado de autoconsciência, liberdade e responsabilidade, linguagem articulada, capacidade de construir ferramentas complexas, habilidade de atuar e de se inserir em quadros sociais complexos, capacidade de fruição estética, comprometido com a ética e aberto à pergunta pelo sentido do ser. O ser humano não deixa de ser apenas mais uma espécie que habita a biosfera, porém, partindo de uma visão antropocentrista diferencia-se dos demais por ser dotado de uma natureza singular e de uma especial inteligência, responsabilidade, liberdade, sociabilidade, linguagem dentre outras qualidades específicas (Beorlegui, 2011, p. 443-474).

Assim, do ponto de vista antropocêntrico, o ser humano se considera o único animal racional e o único dotado de inteligência. O significado de inteligência está diretamente ligado à evolução do próprio homem, como uma possibilidade de progresso natural da vida (Rech, 2022, p. 1). Inclusive, não é por acaso que a denominação “*homo sapiens*” tem como tradução homem sábio, que tem consciência de si, dada a importância que a inteligência humana representou e representa até os dias atuais (Russel; Norvig, 2013, p. 24).

Contudo, a definição do que é inteligência humana continua desafiadora e não há unanimidade conceitual. Demo (2020) tem razão ao posicionar em 2020 que como até hoje o ser humano não sabe o que ele é, também é difícil conceituar o que é inteligência, ou seja, “não há inteligência suficiente para definir inteligência”. Demo (2020) enumera inúmeras propostas de diferentes teóricos para definir o que é inteligência que incluem a “capacidade para lógica, entendimento, autoconsciência, aprendizagem, conhecimento emocional, raciocínio, planejamento, criatividade, pensamento crítico, solução de problemas”. Também pode ser definida como a “habilidade de perceber ou inferir informação, e reter conhecimento a ser aplicado em comportamentos adaptativos dentro do ambiente ou contexto”. Muitos dos conceitos elencados sobre inteligência humana aplicam-se também a animais e a sistemas de Inteligência Artificial. Demo (2020) propõe focar a discussão de que o cérebro hu-

mano não é linear, e sim um sistema complexo e autopoiético, que “funciona do ponto de vista do observador, interpretativamente, não passivamente”.

Para Russel (2021, p. 18-19) “seres humanos são inteligentes na medida em que suas ações sejam capazes de atingir seus objetivos”. A capacidade de desenvolver continuamente novas tecnologias, o pensar, refletir, aprender e a habilidade de percepção e de estabelecer objetivos são avaliadas pela contribuição à capacidade de atuar com êxito.

A partir dos avanços da ciência cognitiva (estudo da mente) e da neurociência (estudo do cérebro) a expressão “inteligência humana” passou por significativas mudanças epistemológicas e axiológicas e, em consequência, deslocou-se da concepção singular para plural (Gáspari; Schwartz, 2002, p. 263-264). Nesse sentido, pode-se dizer que a inteligência é operacionalmente infinita, não há objeto último que sature a inteligência humana (Sánchez; Claramunt, 2020, p. 107).

Historicamente, a inteligência permitiu a criação da máquina a vapor, e, com o seu advento, a economia, antes manufatureira, alcançou patamares nunca vistos com a instalação de grandes teares e outras máquinas dotadas de inúmeras tecnologias (Nascimento, 2011, p. 35). E, com o passar do tempo, o homem se utilizou dessa inteligência para conceber novas tecnologias que se fazem presentes na atualidade e promovem profundas transformações na vida humana (Pereira Júnior, 2007, p. 307).

Desde o início da IA, o conceito de inteligência das máquinas tem sido tradicionalmente definido de forma similar ao conceito de inteligência humana, ou seja, a máquina é inteligente quando consegue realizar ações que atinjam seus objetivos (Russel, 2021, p. 19). Nesse sentido, Fogel (2006) ao apresentar a evolução da computação, também associa a inteligência com a “capacidade de um sistema de adaptar seu comportamento para atingir seus objetivos em uma variedade de ambientes” e tomar decisões.

Ainda no que concerne a estabelecer objetivos, Russel (2021, p. 19) esclarece que diferentemente dos seres humanos, as máquinas não tem objetivos próprios, visto que são os projetistas e desenvolvedores que criam objetivos para que sejam atendidos. Não é uma abordagem exclusiva da IA, todas as tecnologias são desenvolvidas para atender determinados objetivos. Se o objetivo proposto para um sistema de IA não for programado eticamente ou conter erros na programação e ocasionar problemas em escala global ou individual, a máquina alcançará o objetivo e a humanidade poderá sofrer



graves consequências. A parte mais complexa é que os objetivos são dos humanos e não das máquinas, o que passa a exigir reconstruir constantemente grande parte da estrutura, bases de dados, aplicações, ideias, metodologias e objetivos para de fato produzir uma IA que possibilite atravessar as próximas décadas com mais segurança, êxito, transparência e fundamentada nos direitos humanos (Russel, 2021, p. 19-20).

A questão posta por Alan Turin, para desenvolver o computador “Bombe” para detectar submarinos alemães durante a Segunda Guerra Mundial, tinha como objetivo decifrar se poderiam máquinas pensar. A forma como o “Bombe” conseguiu quebrar o código Enigma, uma missão impossível até para os melhores matemáticos humanos, instigou Turing a publicar no ano de 1950 o artigo *Computing Machinery and Intelligence* e, assim, lançar uma nova questão: se um humano está interagindo com outro humano e uma máquina e o humano não consegue perceber a diferença entre a máquina e o humano, então, para Turin a máquina é inteligente. Posteriormente, no ano de 1956, a expressão Inteligência Artificial foi cunhada por Marvin Minsky e John McCarthy, cientistas da área de computação durante o evento *Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence* (Haenlein; Kaplan, 2019).

Sistemas de IA são projetados usando redes neurais para processar problemas e “reproduzir digitalmente estruturas de decisão semelhantes às humanas” e que possam ser mais independentes. A IA é utilizada para análise e tomada de decisões baseadas em algoritmos que possibilitam avanços em terapias médicas, desenvolvimento de medicamentos e vacinas, previsão de desastres, reconhecimento facial e de fala, sistemas veiculares autônomos, sistemas de combate autônomo no setor militar, controle do comportamento humano, controle de atividades criminosas, reconhecer padrões e para desenvolver tarefas complexas em diferentes setores. Os algoritmos de aprendizagem também são desenvolvidos para aprender como os problemas são resolvidos e de se auto-desenvolverem e melhorarem o seu desempenho de forma independente sem intervenção dos humanos, o que é nominado de *Deep Learning*. Geralmente, os programas que são capazes de aprender de forma independente, são utilizados no prognóstico, em aplicativos que auxiliam tarefas diárias, na robótica e em processo de reconhecimento de imagens e fala, visto que com o aprendizado e com uma grande quantidade de dados conseguem realizar interconexões (Hoffmann-Riem, 2022, p. 17-18).

Assim, com o emprego da IA, é possível realizar tarefas tradicionalmente associadas à inteligência humana, como percepção visual, reconhecimento de voz, tradução de idiomas, bem como, em algumas circunstâncias, a tomada de decisões (Wedy; Campos, 2023, p. 264-265). A OCDE (2019) define sistema de IA como sendo um software desenvolvido que engloba um conjunto de objetivos específicos definidos por seres humanos para gerar “resultados como conteúdo, previsões, recomendações ou decisões que influenciam os ambientes com os quais interagem”. A OCDE reconhece os benefícios da IA para o bem estar do ser humano, para ampliar o desenvolvimento da atividade econômica de forma positiva e sustentável, incentivar a inovação, aumentar a produtividade e como ferramenta para auxiliar a responder aos principais desafios globais (OCDE, 2019).

Não obstante os benefícios que a IA transfere à sociedade, há críticas sobre a sua aplicação. Ademais, como toda tecnologia, a IA caso utilizada de forma incorreta ou até mesmo perigosa, poderá redundar em sérios danos aos consumidores e à reputação de uma empresa (Carvalho, 2021, p. 26). O uso massivo dessa ferramenta poderá ocasionar uma atrofia moral (Rueda, 2023, p. 202-203), ou seja, um fenômeno no qual a capacidade de fazer julgamentos morais racionais por si mesmo tornam-se enfraquecidas (Thompson, 2012, p. 2). Além disso, a substituição da inteligência humana por uma inteligência artificial poderá resultar no enfraquecimento da própria inteligência humana (Rech, 2022, p. 1).

Associado à IA também está o risco de que ela possa discriminar ou prejudicar determinados grupos ou indivíduos em processos como contratações de recursos humanos, contratações de seguros e planos de saúde, concessão de empréstimos, benefícios e policiamento. Isso pode ocorrer porque os sistemas de IA dependem de dados para funcionar, e esses dados podem conter vieses ou erros que refletem as desigualdades ou preconceitos existentes na sociedade (Cortez, 2023). A revolução da IA também levanta desafios éticos e um olhar mais atento para garantir que esteja alinhada com expectativas social e eticamente aceitáveis, mais equânimes e justas.

Tal preocupação culminou na aprovação do documento intitulado *Council Recommendation on Artificial Intelligence*, aprovado em 22 de maio de 2019 pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE). O documento recomendatório foi objeto de deliberação dos seus trinta e seis países membros, em conjunto com a Argentina, Brasil, Colômbia, Costa Rica, Peru e Romênia, e estabelece diretrizes e princípios para que a IA seja

uma tecnologia, simultaneamente, inovadora, segura, confiável, que respeite os direitos humanos e os valores democráticos em todas as etapas do seu ciclo de vida. A recomendação está assentada em cinco princípios: (i) desenvolvimento inclusivo, desenvolvimento sustentável e bem-estar; (ii) valores centrados no estado de direito, nos direitos humanos, na justiça, nos valores democráticos e na equidade; (iii) transparência e explicabilidade; (iv) robustez e segurança durante todo o seu ciclo de vida, de modo a assegurar o seu bom funcionamento e possibilitar que os potenciais riscos sejam continuamente avaliados e geridos; (v) prestação de contas e responsabilização dos atores engajados no desenvolvimento de sistemas de IA (OECD, 2019).

Na União Europeia, em dezembro de 2023, os Eurodeputados do Parlamento Europeu chegaram a um acordo provisório para a elaboração da Lei da Inteligência Artificial. Dentre os pontos acordados, está a garantia de que a IA respeite os direitos fundamentais, a democracia, o Estado de Direito e a sustentabilidade ambiental, sem deixar de estimular a inovação responsável. Com base nos riscos potenciais e no nível de impacto são estabelecidas obrigações para a IA. Assim, quando um sistema de IA é classificado de alto risco face aos potenciais danos que pode ocasionar, foi inserido, entre outros requisitos, uma avaliação obrigatória do impacto nos direitos fundamentais. Também foi definido que para os sistemas de alto impacto e com risco sistêmico para a União Europeia, as obrigações acordadas são mais rigorosas contra quaisquer risco e abusos da tecnologia (UE, 2023).

A IA pode representar um risco existencial para a humanidade. Violações de privacidade, preconceito, diminuição significativa de postos de trabalho, concentração da IA nas mãos de gigantes da tecnologia, efeitos colaterais de sistemas mal projetados, objetivos não alinhados aos direitos humanos e a preservação ambiental, conflitos entre os detentores da tecnologia e governos, possibilidade da IA se tornar autoconsciente e tomar decisões não previstas pelos desenvolvedores, dificuldade de rastrear e compreender a razão da decisão ter sido tomada pela IA, são questões postas e que desafiam a humanidade.

A imprevisibilidade de sistemas complexos operando no mundo real e a possibilidade de inadvertidamente ou propositalmente serem inculcados nos sistemas de IA objetivos não alinhados aos direitos humanos e à sustentabilidade ambiental podem trazer consequências catastróficas à humanidade. Sistemas superinteli-

gentes podem ter impacto global e pode não existir segundas chances (Russell, 2021, p. 135-137).

Assim, em sequência busca-se refletir que a IA pode ser usada para mitigar a crise ambiental com desenvolvimento de sistemas equipados com modelos alicerçados em objetivos humanos cada vez melhores.

## **INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL**

Em 1987, o Relatório de Brundtland, no documento intitulado *Nosso Futuro Comum*, trouxe o conceito de sustentabilidade como “o desenvolvimento que satisfaz as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades” (Almeida, 2015, p. 13). Anos mais tarde, com a edição da Rio+10, em 2002, ampliou-se o conceito de desenvolvimento sustentável para a sustentabilidade integral. A partir de então, três dimensões passaram a ser vislumbradas: a dimensão ambiental ou ecológica, a dimensão econômica e a dimensão social. Dito isso, denota-se uma vinculação entre o desenvolvimento sustentável e os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), ao passo em que o primeiro almeja o trinômio meio ambiente, economia e aspectos sociais, enquanto o segundo busca a promoção de um crescimento econômico, socialmente inclusivo e ambientalmente sustentável (Carvalho; Pilau Sobrinho, 2017, p. 34).

Nesse diapasão, ressalta-se, também, que o debate sobre sustentabilidade é hegemonicamente marcado pelo pressuposto de aliança e inter-relações entre atores sociais, sistema econômico, sistema político e condições ambientais. Contudo, o que se observa é uma “ideologia que coloca o meio ambiente em um lugar à parte, cuja gestão é racionalmente orientada para fins atendidos pelo uso justo da ciência e da tecnologia e por uma ética normativa”. São ignorados valores éticos compatíveis com o princípio da equidade intergeracional e interespécies e a necessidade de um amplo debate público sobre produção sustentável e sobre a disseminação de uma cultura de hiperconsumismo (Loureiro, 2012, p. 67).

A sustentabilidade depende da multiplicidade de manifestações culturais e autonomia dos povos na definição de seus caminhos e escolhas, em relações integradas às características de cada ecossistema e território em que se vive (Loureiro, 2012, p. 63). Portanto, um conceito macro sobre o que vem a ser sustentabilidade, parece

refletir na possibilidade de adaptação às particularidades de um determinado grupo ou sociedade e até mesmo de uma instituição, o que permanece na dependência dos objetivos de cada um.

A Constituição Federal de 1988 busca, em seu artigo 170, atrelar a ordem econômica à defesa do meio ambiente, lição essa que deve ser lida em consonância com o seu artigo 225, o que mostra o legislador constituinte ter atraído o desenvolvimento como um todo pautado na sustentabilidade. O princípio do desenvolvimento sustentável à luz da Constituição valoriza tanto a primazia do desenvolvimento econômico e social da nação, como a necessidade de se compatibilizar tal processo com a proteção do meio ambiente. Logo, quem, por exemplo, desejar instaurar uma atividade econômica poderá fazê-la, desde que respeite o meio ambiente, seja evitando práticas danosas, seja garantindo a renovação dos recursos da natureza (Rolim; Jatobá; Baracho, 2014, p. 56).

A Agenda 2030 da ONU se posicionou nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável por uma “economia ecológica, capaz de assegurar a integridade ecológica em todas as escalas – local, regional, nacional, global.” contribuindo para “uma nova compreensão e práticas econômicas, amparadas no novo paradigma da Ciência da Terra e dos limites planetários”. A natureza mostra que tem limites fáticos e se a humanidade não agir com rapidez colocará em risco existencial o “ser humano e todas as demais formas de vida que habitam o Planeta Terra” (Sarlet; Fensterseifer, 2023, RB-1.7).

No entanto, a sociedade contemporânea tem como característica ser insustentável devido ao seu crescimento demográfico acelerado, o consumo exacerbado de produtos que demandam o uso abusivo dos recursos naturais e a fabricação em larga escala de objetos com modos de produção poluentes (Camargo, 2013, p. 13). Esse modelo produtivo da gestão empresarial tradicional enxerga a natureza como uma fonte inesgotável de recursos à disposição do ser humano (Dias; Labegalini; Csillag, 2012, p. 529), condizente com uma busca de satisfação pessoal, quando daí desponta o critério da individualidade e do egocentrismo (Manzan, 2021, p. 207). Inclusive, a máxima presente nos diversos modos de produção surgidos ao longo da história “foi sempre o como produzir e o para quem destinar os frutos da produção, já que a questão de onde retirar a matéria-prima necessária teve sempre uma resposta única: da natureza” (Pádua; Lago, 2004, p. 27).

A natureza tem dado sinais, além daqueles noticiados pela ciência, de que o atual padrão de vida humana, dia após dia, de-

monstra-se cada vez mais insustentável, posto que a ideia da finitude dos recursos naturais disponíveis é desconsiderada, de modo que tais atitudes resultam em um desequilíbrio do ecossistema planetário sem precedentes (Leyter; Noschang, 2021, p. 161). São cada vez mais frequentes desastres ambientais de grande magnitude, fragilização do sistema climático, escassez de recursos naturais, eventos extremos que causam perturbações no equilíbrio da natureza, perda da biodiversidade, declínio na produção de alimentos, riscos à saúde, deslocados ambientais e tantas outras mazelas que acabam por comprometer o alcance dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, além de cancelar a precarização dos princípios norteadores do Estado Socioambiental de Direito.

Esse cenário permite afirmar que a inteligência humana nega o fato de que o capitalismo, com a sua “dinâmica produtivista (a lógica quantitativa como elemento constitutivo da produção de mercadorias)”, é visivelmente incapaz de utilizar de forma sustentável e duradoura os recursos naturais, bem como inviabiliza o equilíbrio ecológico. O que se observa é que o capitalismo está em permanente conflito com a justiça ambiental pela expansão contínua da produção e da concentração de riquezas, apropriação privada da natureza e exploração dos recursos naturais (Dierkes, 1998, p. 6). Vigora, portanto, uma dialética contrária à preservação dos recursos disponíveis e à recuperação dos ecossistemas afetados, o que conduz ao raciocínio de que se está diante de uma infinita capacidade de regeneração da natureza, ou, o que é ainda pior, que o homem, na sua perfeita inteligência, desenvolverá, num futuro próximo, algo capaz de suprir todas as suas necessidades enquanto ser vivo (Souza, 2015, p. 1.207).

Assim, a inteligência artificial, além dos usos já mencionados, pode ser utilizada não apenas para promover o crescimento econômico e o bem-estar social, mas também para ajudar a atingir as metas globais de sustentabilidade. Essa nova tecnologia já é considerada como uma das ferramentas mais promissoras, uma vez que permite a adoção de técnicas e atividades para formar uma base sólida para os esforços pretendidos, capaz de auxiliar na solução de problemas globais, incluindo mudanças climáticas e o desenvolvimento de práticas ambientalmente sustentáveis (OECD, 2022, p. 5 e 15).

Os sistemas de IA têm sido utilizados para possibilitar a gestão adequada de recursos hídricos, o que possibilita a distribuição e a disponibilidade de água àqueles que dela necessitam. As companhias distribuidoras de água utilizam aplicativos de “smartphones” que detectam possíveis vazamentos e informam sobre a necessida-

de de troca de tubulações (Divino, 2021, p. 35-36), o que corresponde aos intentos dos ODS 6, 12 e 14, por exemplo. A agricultura ganhou o auxílio de um programa que capta, previamente, a ocorrência de doenças em uma determinada cultura, o que acaba por reduzir o risco de perda das plantações em até 40% (Divino, 2021, p. 38), técnica que possui estreita relação com os ODS 2, 9 e 10. A saúde é outro ramo que tira proveito da tecnologia artificial. Um aplicativo de celular facilita o compartilhamento de bicicletas distribuídas no decorrer das principais avenidas, o que contribuiu para amenizar as emissões atmosféricas e a prevenir doenças, exemplo esse que se relaciona com os propósitos dos ODS 3 e 11 (Divino, 2021, p. 40-41).

A inteligência artificial vem sendo defendida para a solução dos problemas urbanos que assolam inúmeras cidades, seja daquelas já existentes ou até mesmo daquelas que estão prestes a serem concebidas. O tema tem sido tratado como cidades inteligentes ou “*smart cities*”, e consiste numa proposta onde a tecnologia atua como instrumento de planejamento e enfrentamento das mazelas vivenciada pelos grandes centros urbanos (Rech, 2020, p. 78). Para tanto, as “*smart cities*” recorrem a tecnologias especializadas com o intuito de promover melhorias em questões que dizem respeito à mobilidade urbana, à segurança, ao meio ambiente, à educação, à saúde, integração de diferentes serviços municipais, além de criar oportunidades de emprego e incrementar os negócios de uma determinada localidade (Gómez; Gómez; Herrera, 2019, p. 243). No cenário internacional, cidades como Londres e Paris despontam, há bastante tempo, entre os grandes centros inteligentes, e, no Brasil, pode-se citar as cidades de Curitiba, Florianópolis, São Paulo, Brasília, Campinas, Niterói, São Caetano do Sul, Salvador, dentre outras.

A IA está sendo testada para acelerar a pesquisa de baterias para carros e para aviões, o que poderá auxiliar a minimizar a dependência de combustíveis fósseis. Há urgência para o desenvolvimento de tecnologia climática. O aprendizado de máquina pode classificar uma ampla gama de combinações possíveis para acelerar o desenvolvimento de baterias. Novos materiais podem ser projetados e treinados pela IA generativa, responder questões científicas sobre propriedades químicas e auxiliar a resolver problemas em laboratório. Se bem utilizada e projetada a IA pode ser a melhor chance da humanidade para acelerar o desenvolvimento de políticas climática, ajudar nos esforços para restaurar ecossistemas costeiros, energias renováveis, compreender a biodiversidade e aprender como os ecossistemas naturais podem capturar e armazenar carbono. Contudo,

também é necessário ter presente os riscos. No atual ritmo de desenvolvimento da IA, estudos estimam que até o ano de 2027 a IA poderá consumir até 134 terrawatt-hora de eletricidade, consumindo o mesmo de energia que a Argentina e a Suécia (MIT, 2023).

Contudo, nesse processo em que se pretende a utilização da IA a promover o alcance de 169 metas dos ODS, distribuídas em 17 objetivos, percebe-se algumas limitações. Uma delas é que o grande aparato de computadores utilizados para tal finalidade demonstraram a necessidade de uso de energia em demasia, o que seria um entrave aos países em desenvolvimento e um dissenso à pegada ambiental, sem deixar, igualmente, de refletir de forma negativa em relação a outros ODS. Além disso, a IA seria capaz de, em determinados procedimentos, deflagrar desigualdades e, com isso, servir como um inibidor do alcance de algumas das metas propostas pelos ODS. Logo, algumas adaptações seriam necessárias, ponderando-se, inclusive, o fato de que a IA deveria acompanhar as constantes mudanças da sociedade, o que se dá não apenas em razão de avanços tecnológicos baseados em IA, mas na contínua transformação da sociedade, seus costumes, princípios e valores (Vinuesa *et al.*, 2020, p. 2-5). Dada a grande sinergia entre os ODS e suas metas, não seria conveniente que o uso de uma nova tecnologia possibilitasse conflitos na consecução de todas em conjunto.

Como visto, a IA orbita sobre um campo onde pairam muitas indefinições, onde não se tem conhecimento acerca dos totais benefícios e malefícios decorrentes do seu uso. E isso reflete em possíveis barreiras para a adoção de sistemas de IA como parte do processo de tomada de decisão, o que inclui, por vezes, contrabalançar vantagens e desvantagens, ainda que essas últimas sejam desconhecidas, porém, não descartadas. Assim, acredita-se que o desenvolvimento de sistemas de IA, vinculados aos ODSs, deva ocorrer de forma responsável e acompanhadas de reflexões profundas sobre as áreas em que ela pode causar danos desproporcionais, de modo a trabalhar para reduzi-los. Como já registrado, há uma dualidade em uma tecnologia poderosa como a IA o que exige novas estruturas legais contemplando centralidade da pessoa humana, respeito aos direitos humanos, responsabilidade, proteção ao meio ambiente e o desenvolvimento sustentável, uso justo, transparência, privacidade, igualdade, não discriminação e o acesso à informação.

Barbara Han, do Instituto Cary de Estudos de Ecossistemas dos EUA em parceria com Kush Varshney, da IBM, lideraram uma pesquisa para uma nova geração de IA apoiada nos princípios da



ecologia, com uma abordagem neuromórfica, que poderá representar um grande avanço em sistemas de IA para auxiliar a humanidade a resolver desafios globais complexos, e por ser mais resiliente, socialmente responsável, em especial, quando desenvolvida para questões relacionadas as mudanças climáticas, perda da biodiversidade e pandemias (Han *et al.*, 2023).

## **SISTEMAS DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARA UMA AGRICULTURA MAIS SUSTENTÁVEL**

A quantidade de pessoas que passam fome aumentou de 19,1 milhões em 2020 para 33,1 milhões em 2021, e 125,2 milhões de residentes no país viviam com algum grau de insegurança alimentar (falta de alimentos em quantidade e qualidade adequadas) (GTSC A2030, 2022, p. 14). Tais dados exprimem a fragilidade em relação ao alcance das metas preconizadas pelo ODS 2 (acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável) e a possibilidade de comprometer a consecução de outros ODS, a exemplo da erradicação da pobreza e a incidência de doenças em decorrência da desnutrição (ODS 1 e 3), a dificuldade no aprendizado e no desempenho junto ao mercado de trabalho para a manutenção do próprio sustento (ODS 4 e 8), aumento das desigualdades e injustiça social (ODS 10 e 16), eis que a abordagem dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável se dá de forma holística e integrada, em que o cumprimento de um depende ou reflete sobre o outro (Vitale; Santos Neto, 2016, p. 114).

O agronegócio é considerado essencial para o crescimento econômico do país e do mundo todo. É um ramo que vai além dos limites do campo, eis que une as atividades agrícolas, as industriais e o setor de serviços. Sob uma visão pluralista, deve estar alinhado à ideia de segurança alimentar e de preservação do meio ambiente, com fundamento nos critérios de sustentabilidade e de forma a trazer o desenvolvimento em todas as suas esferas – econômica, social, política, cultural e, também, individual, concretizando, desta forma, os demais direitos fundamentais do homem (Costa; Lino, 2018, p. 15).

Além do escoamento de grande parte da produção para o mercado externo, o desenvolvimento massivo do agronegócio está associado à demanda por novas terras com a conversão de áreas de vegetação nativa em lavouras e/ou pastagens, prática essa que desencadeia expressivas mudanças no uso da terra em uma grande

área do território nacional (Lima *et al.*, 2022, p. 240), contribuindo para o processo de alteração do sistema climático. Atrelado ao agronegócio também está o crescimento do uso dos insumos químicos, o que gera impactos negativos tanto para o meio ambiente como para a saúde da população, especialmente para os agricultores, moradores do entorno das plantações e consumidores (Araújo; Oliveira, 2017, p. 123). Em suma, a insustentabilidade do agronegócio contempla, também, aspectos como a concessão de privilégios em relação as políticas de financiamento, isenção de tributos, além do que, afeta os custos e a disponibilidade de recursos naturais como a água, o solo e a biodiversidade, o que acarreta a degradação socioambiental (Lara; Cohen, 2023, p. 102).

Frente a esse cenário, a IA pode interagir com o agronegócio de modo a contribuir para a promoção de práticas sustentáveis. É uma nova fase em que se vislumbra a transição entre a agricultura 4.0 para a agricultura onde se aplicam tecnologias da geração 5.0, que consiste na prática da agricultura autônoma de precisão, modelagem complexa de sistemas agrícolas e agroalimentares, além de sensoriamento agrícola onipresente, diferente dos métodos onde se fazia presente a mecanização rústica, alta dependência do trabalho humano, tração animal e baixa intensidade tecnológica, predominante até meados do século XX (Viola; Mendes, 2022, p. 4). Nasce tecnologias disruptivas que incluem redes neurais e abordagem “Machine Learning” (aprendizado de máquina), “Deep Learning” (aprendizado profundo) e “Reasoning and Decision Making” (raciocínio e tomada de decisões) que auxiliam a agricultura por meio da transformação de dados em conhecimento, árvores de decisões, sistemas robóticos e o uso de “Big Data” para a tomada de decisões, orientadas por dados para gerar conhecimento sobre ecossistemas produtivos, as quais se posicionam como ferramentas eficientes para o desenvolvimento do setor agrícola de maneira mais sustentável.

A agricultura moderna, pautada em grandes latifúndios, simbolizada a partir do agronegócio, é responsável por cerca de um quarto das emissões globais de Gases de Efeito Estufa (GEE). E isso se deve ao contínuo e intenso uso de fertilizantes e agrotóxicos além do uso inadequado do solo. Assim, ferramentas de IA e “Machine Learning” (ML), se alinhadas à descarbonização, podem significar a chave para uma agricultura de precisão tendentes a reduzir a liberação de carbono oriundo do solo. Com isso, é possível que se alcance melhorias no rendimento das culturas a partir do constante monitoramento da saúde das plantas e das florestas, o que vem a contribuir

para uma silvicultura mais sustentável e para a redução do desmatamento bem como prever riscos de incêndios. Além disso, tais tecnologias, ao serem acopladas a drones, podem atuar na detecção de metano e estimativas de estoque de carbono e, com isso, incentivar agricultores a desenvolverem ações climáticas positivas propensas à redução de emissões atmosféricas (Rolnick *et al.*, 2022).

Como o uso de Machine Learning é possível, por meio de dados meteorológicos (locais e individualizados), a obtenção de informações rápidas e fidedignas de modo a racionalizar o uso de recursos naturais bem como o volume de agrotóxicos aplicados. A IA auxilia na gestão de sistemas de irrigação, tornando-os mais eficientes com estimativas de evapotranspiração diária, semanal ou mensal, o que auxilia no equilíbrio agrônômico, climatológico, hidrológico e na identificação de fenômenos climáticos. Ao coletar dados das culturas, os agricultores podem entender melhor cada cultura, controlar ervas daninhas e pragas, monitorar a saúde do solo e das culturas, calcular a melhor época para a colheita, prever o rendimento com antecedência, determinar a área a ser plantada a partir dos dados do estado de saúde do solo e da plantação em tempo real (Javaid *et al.*, 2023).

É inarredável a ideia que, da forma como praticada, a agricultura sugere uma grande interferência no sistema climático, o que significa uma ameaça à sustentabilidade ambiental e econômica do sistema de abastecimento de alimentos. Para minimizar tais efeitos, a integração de dados a partir da utilização da IA e “*Big Data*” permite a realização de análises preditivas e prescritivas com maior rapidez e precisão, o que evita cenários de infestação de lavouras por pragas, ervas daninhas, incidência de doenças, processos erosivos, práticas insustentáveis a exemplo de queimadas, aplicação de defensivos e uso de um grande volume de recursos naturais (Ruiz-Real; *et al.*, 2020). Com os mesmos propósitos, a Visão Computacional (RA/RV) é outro campo emergente que se dedica a extrair informações de imagens digitais e que auxiliam na tomada de decisões relacionadas ao plantio e ao desenvolvimento das culturas. Surge, com os sistemas de IA, a possibilidade de ampliar a sustentabilidade ambiental com a promessa de auxílio a um processo de transição que torne os sistemas agroalimentares mais eficientes, resilientes, inclusivos e sustentáveis, acréscimo de produção de alimentos, diminuição dos índices de geração de GEE e, conseqüentemente, na mitigação dos efeitos das mudanças climáticas.

Os agricultores também podem, por meio de sistemas de vigilância baseados em IA e ML, escolher a semente ideal para um

determinado cenário climático, além do momento ideal para que se efetue a semeadura, o que proporciona um determinado nível de segurança e rendimento na produtividade. Esse tipo de monitoramento, que pode ocorrer diuturnamente, é capaz de acompanhar todas as fases de crescimento das culturas, avaliar o nível de nutrientes do solo, monitorar as implicações ambientais da aplicação de agrotóxicos e fertilizantes, e até mesmo encontrar a dose ideal ao manejo de ambos os insumos de modo a causar menos impactos ao meio ambiente (Javaid, 2023).

Sistemas de IA são projetados para interagir com animais, como: i] unidades de produção de frangos que são controladas por IA desenvolvida para “captar dados sobre os frangos e o ambiente em que se encontram, e depois alterar o ambiente e a vida dos frangos”; ii] extrair leite de vacas em unidades leiteiras; iii] manejar de animais de zoológicos; iv] treinar animais de estimação; v] utilizar drones para caçar e atacar animais; vi] detectar a temperatura corporal, os sons, a voz, o peso corporal, a taxa de crescimento, parasitas, úlceras, lesões utilizados em fazendas industriais para gerenciar animais; vii] usar componentes físicos conectados para agir quando o animais que está pastando atinge o limite da área desejada, dentre outros. Outros sistemas de IA estão sendo desenvolvidos para reduzir o número de animais de criação industrial, como: i] desenvolvimento de IA para procurar sementes que darão origem a culturas que possam produzir proteínas vegetais; ii] produzir substitutos de laticínios e ovos; iii] produzir produtos para substituir a carne baseado em plantas e produtos produzidos em laboratórios que são mais nutritivos, mais saborosos e baratos (Singer; Tsé, 2023).

Com a finalidade de conter os desperdícios e se alinhar aos ODS, a IA também é utilizada para colher e embalar frutas e vegetais, monitorar a umidade do solo para lidar com a seca, gerenciar a irrigação, combater o mofo, além de prever a radiação solar por meio de redes neurais (Jung *et al.*, 2021). No setor de fruticultura, principalmente, são utilizados robôs para automatizar a contagem e a separação dos frutos maduros dos verdes, sem precisar que se efetue a colheita indevida. Para desenvolver esse processo, são utilizadas técnicas de processamento digital de imagens e ML com o desenvolvimento de algoritmos que possibilitam enxergar as frutas com o máximo de precisão. Para isso, o aprendizado de máquina (ML) foi fundamental, pois foi necessário o computador aprender a reconhecer o que é uma fruta verde ou madura, saber diferenciar a fruta das folhas, dos caules e galhos, além de considerar a densida-

de das plantas, diferença entre floradas, iluminação não uniforme e áreas sombreadas (MIT, 2022).

A IA não apenas está mudando a agricultura como também traz uma transformação revolucionária. Decisões e escolhas, antes tomadas pelos agricultores e empresários do agronegócio, passam a ser delegadas a algoritmos os quais, como visto, atuam de diversas formas no manejo de inúmeras culturas em suas diferentes fases, desde de o plantio até a colheita, armazenamento e logística. Porém, entende-se que, antes dessas tecnologias serem disponibilizadas no mercado, é fundamental que testes de segurança em diferentes condições de campo sejam realizados com o objetivo de avaliar a robustez técnica e garantir que sejam implementadas de forma sustentável sob todas as perspectivas (Lew *et al.*, 2020). Como toda nova tecnologia, há uma ambivalência entre o bem e o mal o que se traduz na existência de oportunidades e, ao mesmo tempo, um risco para o desenvolvimento sustentável.

Esse avanço tecnológico traz preocupações sobre o futuro do trabalho e da ruralidade. A IA na agricultura poderá acirrar a degradação da terra, a acumulação de capital e a exploração e ampliação de grupos racializados e trabalhadores marginalizados por grandes proprietários de terras, governos e expressivas corporações nacionais e internacionais. Assim, vislumbra-se uma mudança drástica em toda a cadeia produtiva, inclusive nas comunidades originárias e de pequenos agricultores. O acesso geográfico desigual dá origem a uma divisão digital e resultados desiguais; traz o favorecimento de uns em detrimento de outros. Por isso, estudiosos denunciam que a implementação da IA na agricultura poderá reforçar as desigualdades econômicas, sociais e raciais, tanto no trabalho agrícola como na espacialidade rural, com poder de remodelar as comunidades rurais para o bem ou para o mal (Rotz *et al.*, 2019).

Aliás, a dualidade entre o bem e o mal ou os dilemas que surgem a partir da IA merecem ser amplamente discutidos, de tal maneira que possibilite o acesso à tecnologia até mesmo pelos pequenos agricultores, os quais devem ser informados e capacitados a lidar com riscos e vulnerabilidades (FAO, 2019). Além do que, é necessário avançar no debate acerca das consequências não intencionais, falhas catastróficas e riscos de atos hostis, uma vez que falhas de programação, aprendizado de máquina, aprendizado profundo e inexatidões técnicas podem levar a resultados indesejados (Yeh *et al.*, 2021).

Algoritmos são desenvolvidos por equipes multidisciplinares e cada projetista e desenvolvedor traz a sua compreensão ho-

lística do processo, técnicas, conhecimentos, seus valores e vieses. Não se trata de uma trajetória neutra e linear. São muitas escolhas nos estágios de desenvolvimento onde alguns valores e interesses podem ser mais privilegiados em detrimento de outros. Assim, intencionalmente ou não, os valores dos projetistas e desenvolvedores de algoritmos são congelados no código e institucionalizados. O viés técnico surge de restrições tecnológicas, erros ou decisões de projeto. Além dos vieses, decisões tomadas por algoritmos em muitas situações podem contrastar com a tomada de decisão tradicional, no qual humanos, tomadores de decisões, podem, em princípio, articular sua lógica quando questionados, limitados apenas por seu desejo e capacidade de dar uma explicação, e a capacidade do questionador de entendê-la. Contrariamente, a lógica de um algoritmo pode ser incompreensível para os humanos, o que torna difícil contestar a legitimidade das decisões (Floridi *et al.*, 2020).

O ato de depositar confiança substancial nos algoritmos e de delegar a decisão à máquina, cria uma tendência de desresponsabilizar os atores humanos envolvidos em todo o ciclo de desenvolvimento de um sistema de IA. Portanto, diante do desenvolvimento exponencial e a aplicação de algoritmos de ML para diferentes setores, os pesquisadores indicam a necessidade de ampliar estudos e investigações para entender as responsabilidades distintas no campo ético e jurídico de sistemas de tomada de decisão orientados por algoritmos e para discernir como minimizar justificativas de desresponsabilização por atos nocivos em contextos complexos de uso, erros de design, erros de operação, erros de decisão, presença de efeitos colaterais não intencionais (mau funcionamento). Apenas tornar transparente o código de um algoritmo é insuficiente para garantir um comportamento ético. Logo, a auditoria algorítmica é uma pré-condição necessária para atender os princípios da transparência, responsabilização e prestação de contas (Floridi *et al.*, 2020).

A consciência dos possíveis problemas com decisões automatizadas está aumentando rapidamente, porém, a capacidade da comunidade de IA de agir para mitigar os riscos associados ainda está em sua infância. Desenvolvedores e projetistas reclamam que os princípios e recomendações éticas direcionados à IA são altamente abstratos e que gostariam que fossem mais práticos para auxiliá-los. Traduzir princípios éticos em protocolos de design exige abordagens mais sofisticadas, coordenadas, interdisciplinares, governança, responsabilidade e regulação. Uma abordagem ética em todo o ciclo de vida da IA (projeto, desenvolvimento, implantação e

uso) para muitos pode representar uma desvantagem competitiva. Contudo, a ameaça do retorno imediatista e se algo der errado é significativa, o que pode resultar em custos de erros éticos que superam os benefícios de sucessos éticos. Inclusive, o excesso de cautela que se pretende ofertar ao uso da IA atrelada à agricultura pode significar minar a aceitação pública e reduzir a adoção de sistemas de algoritmos. Economicamente, a falta de adoção de princípios éticos em todo o seu ciclo de vida poderá se transformar em perda de confiança de investidores e financiadores de pesquisas com consequente prejuízo àqueles inseridos no campo da investigação e estudos mais profundos acerca da temática (Morley *et al.*, 2020).

Singer e Tse (2023) realizaram uma revisão de 68 declarações sobre ética em IA de governos, organizações não governamentais e empresas. A revisão mostrou que a grande maioria das declarações atribuem um lugar central aos seres humanos, dentre todas os seres senscientes, o que implica em dizer que só os humanos importam eticamente. Somente duas das sessenta e oito declarações incluem os animais no escopo de proteção. Os autores concordam que a IA deve beneficiar o ser humano, mas os grandes danos infringidos aos animais e a natureza não podem mais serem justificados moralmente. Para um sistema de IA agir eticamente, os autores argumentam que ela deve ter igual consideração aos interesses de todos os seres capazes de experiências conscientes, como dor e prazer (Singer; Tsé, 2023)

Quando mal projetados, sistemas de IA podem causar danos muito significativos. Por isso, é importante desenvolver e habilitar equipes multidisciplinares que sejam capazes de projetar sistemas robustos com apoio de projetistas, desenvolvedores e pesquisadores das áreas biológicas, ambientais, ética, bioética, saúde, ciências sociais aplicadas, engenharias e de ciências da computação. Da mesma forma, é necessário que os esforços de longo prazo sejam direcionados para criar protocolos padrões de coleta, processamento e análise de dados. Como peça central no futuro da agricultura digital orientada por dados, a importância da qualidade dos dados brutos não pode ser subestimada (Jung *et al.* 2021).

Quando projetados à luz de princípios éticos, desde a concepção e em todo o seu ciclo de vida, os sistemas podem ofertar consideráveis benefícios e a sociedade poderá aproveitar positivamente as oportunidades advindas da IA. Obviamente, erros ao longo do caminho poderão ocorrer. Todavia, é inaceitável atrasar qualquer compromisso ético quando se tem ciência do quão graves são as consequências em razão de nada ser feito (Morley *et al.*,

2020). Daí dizer que as escolhas realizadas atualmente, na infância do desenvolvimento da IA, serão importantes para determinar a direção que a agricultura tomará em longo prazo. Surge, portanto, o alerta para que sejam tomadas decisões bem alicerçadas sobre os benefícios e os riscos em todo o ciclo de vida de cada produto agrícola, para evitar ou minimizar riscos éticos que ainda possam surgir ao maximizar o impacto positivo da IA na agricultura (Covls *et al.*, 2023).

Impulsionar a agricultura para que se obtenha produtividade e qualidade mediante o uso de tecnologias duvidosas não poderá ser considerada uma técnica apartada da consecução do ODS, sobretudo de valores e princípios éticos e morais. Portanto, para que os sistemas de IA na agricultura sejam eticamente confiáveis, sólidos, inclusivos, seguros e desenvolvidos em uma direção benéfica, são necessárias políticas e diretrizes para tornar essa tecnologia sustentável ambientalmente e em conformidade com os esforços para prevenção e mitigação de inúmeros riscos e que permita assegurar alimentos e qualidade de vida para a atual e as futuras gerações.

## **CONCLUSÃO**

A inteligência artificial, além dos vários usos já constatados, chega ao campo para revolucionar as técnicas de plantio, desenvolvimento das lavouras, colheita e logística de toda uma produção. É uma tecnologia que promete maior segurança, produtividade e menores índices de perdas. Consiste num processo onde o homem delega à máquina a capacidade do poder de decisão sobre a semente ideal, a época correta do plantio, a necessidade de aplicação de defensivos e o quanto utilizar, a necessidade de suplementação do solo, a utilização e racionamento de recursos naturais, qual a melhor hora para a colheita e, inclusive, a redução da emissão de GEE (gases do efeito estufa), fatores que estão diretamente ligados às mudanças climáticas e à possibilidade de manter a produção para atender às demandas da população.

Existe, para tanto, um grande aparato de maquinários, computadores e sistemas inteligentes, advindos de pesquisas e o envolvimento de deferentes áreas do conhecimento, em um processo que envolve desde os agricultores, os fornecedores de insumos e



outros que participam da cadeia alimentar, ainda que indiretamente. Tem-se com isso, um caminho trilhado rumo ao tecnocentrismo como uma forma de absolutização da tecnologia em sobreposição à inteligência e atividades que até então eram desempenhadas pelo homem.

Em termos, abandonam-se os métodos de uma agricultura tradicional, baseada em ferramentas e técnicas rudimentares, dando-se espaço a equipamentos autônomos coordenados por GPS, drones de alta precisão, sistemas de IA de análise preditiva para converter dados precisos em conhecimento para a tomada de decisões complexas, além de inúmeras formas sintetizadas a partir da artificialidade. A máquina, então, mimetiza a inteligência humana.

No entanto, é importante ressaltar que a implementação da IA na agricultura não possui o condão de substituir o papel fundamental do agricultor, mas sim aperfeiçoar a relação entre a tríade homem-tecnologia-alimento, na busca de processos mais eficientes. A expertise e o conhecimento humano continuam sendo essenciais para tomar decisões estratégicas e interpretar os resultados gerados pelas tecnologias de IA e suas contínuas adequações. É importante ter em mente que esse deve, sem sombra de dúvidas, ser um ciclo que combine a inteligência humana com a inteligência artificial, o que resultará no caminho para a agricultura do futuro, sem que se distorça o equilíbrio com o realismo da sociedade.

Todavia, a implementação dos sistemas baseados em IA não podem se descurar de valores éticos e morais, os quais existem e persistem antes mesmo do surgimento da mais rudimentar tecnologia. Deve-se, portanto, a partir da concepção de toda uma nova técnica, voltada à melhoria da agricultura, garantir a priorização dos valores humanos e princípios éticos, mediante a análise prévia de impactos sobre a sociedade. Para tanto, exige-se, além da complexa estrutura arquitetônica, necessária a empreender os sistemas de IA, o seu entrelaçamento com a normatividade e suas adaptações futuras e frequentes, sempre a primar não apenas pela produção e lucratividade, mas pela segurança, justiça e tomada de decisões éticas e legalmente relevantes pelas máquinas.

Por fim, o medo não pode estar voltado às máquinas, computadores e outros artificios eletrônicos. O maior receio é em relação àquele que programa esse conjunto dotado de fios, processadores e chips e a sua capacidade de estabelecer uma interface, um caráter holístico e sistêmico com a sustentabilidade, dirigida não apenas ao campo, mas à humanidade.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Marcelo de. **Sustentabilidade**. Rio de Janeiro: SESES, 2015.
- ARAÚJO, Isabelle Maria Mendes de; OLIVEIRA, Ângelo Giuseppe Roncalli da Costa. Agronegócio e agrotóxicos: impactos à saúde dos trabalhadores agrícolas no nordeste brasileiro. **Trabalho, Educação e Saúde**, v. 15 n. 1, jan./abr. 2017, p. 117-129. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/tes/a/Ny5PpLyDMmSJbhNc8CBfKVf/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 5 ago. 2023.
- ASSOCIAÇÃO PSICOLÓGICA AMERICANA. **Dicionário de Psicologia**. 13. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.
- BEORLEGUI, Carlos. La singularidad del ser humano como animal bio-cultural. **Realidad**, n. 129, p. 443-480, 2011. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6521283.pdf>. Acesso em 21 ago. 2023.
- BLANCO, Marília Bazan; OLIVEIRA, Julielli Ismara de; CARVALHO, Gabriely Trujillo Pereira Latorre; ARAÚJO, Roberta Negrão de. O que é inteligência? percepções de professores do ensino fundamental. **Espacios**, v. 38, n. 50, p. 25-34, 2017. Disponível em: <https://www.revistaespacios.com/a17v38n50/a17v38n50p25.pdf>. Acesso em: 3 jul. 2023.
- BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicaocompilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm). Acesso em: 20 jul. 2023.
- BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI). **Estimativas de emissões de gases de efeito estufa no Brasil**. 6. ed., Brasília: MCTI, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/publicacoes/estimativas-anuais-de-emissoes-gee/arquivos/6a-ed-estimativas-anuais.pdf>. Acesso em: 7 ago. 2023.
- CAMARGO, Ana Luiza de Brasil. **Desenvolvimento sustentável: dimensões e desafios**. Campinas: Papirus, 2013
- CARVALHO, André Carlos Ponce de Leon Ferreira de. Inteligência artificial: riscos, benefícios e uso responsável. **Estudos Avançados**, v. 35, n. 101, jan./abr. 2021, p. 21-35. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/eav/article/view/185020/171202>. Acesso em: 14 jul. 2023.

- CARVALHO, Aparecida de; PILAU SOBRINHO, Liton Lanes. A concepção do paradigma de desenvolvimento sustentável e de sustentabilidade como um conceito sistêmico. *In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE JURISDIÇÃO CONSTITUCIONAL, DEMOCRACIA E RELAÇÕES SOCIAIS*, 1., 23 a 25 de agosto de 2017, Passo Fundo. **Anais** [...]. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, 2017. p. 19-42. Disponível em: [http://editora.upf.br/images/ebook/anais\\_direito\\_2017.pdf](http://editora.upf.br/images/ebook/anais_direito_2017.pdf). Acesso em: 20 jul. 2023.
- CORTEZ, Henrique. Riscos e preocupações em torno da inteligência artificial (IA). **IHU On-line**, São Leopoldo, 13 maio 2023. Disponível em: <https://www.ihu.unisinos.br/categorias/628632-riscos-e-preocupacoes-em-torno-da-inteligencia-artificial-ia-artigo-de-henrique-cortez>. Acesso em: 14 jul. 2023.
- COSTA, Patrícia Spagnolo Parise; LINO, Estefânia Naiara da Silva. O agronegócio no Brasil: uma análise contra hegemônica voltada à sustentabilidade e ao direito ao desenvolvimento. **Revista Videre**, v. 10, n. 20, p. 14-28, jul./dez. 2018. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/videre/article/view/7224/4877>. Acesso em: 4 ago. 2023.
- COWLS, Josh; TSAMADOS, Andreas; TADDEO, Mariarosaria; FLORIDI, Luciano. The AI gambit: leveraging artificial intelligence to combat climate change: opportunities, challenges, and recommendations. **AI & Society**, v. 38, p. 283-307, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00146-021-01294-x>. Acesso em: 12 ago. 2023.
- DIAS, Sylmara Lopes Francelino Gonçalves; LABEGALINI, Letícia; CSILLAG, João Mário. Sustentabilidade e cadeia de suprimentos: uma perspectiva comparada de publicações nacionais e internacionais. **Produção**, v. 22, n. 3, p. 517-533, maio/ago. 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/prod/a/fp-3vDcGVDcWhhgFNbdqw73N/?format=pdf>. Acesso em: 20 jul. 2023.
- DEMO, Pedro. **Por que não há inteligência suficiente para definir inteligência?** Texto publicado em 2020. Disponível em: [https://drive.google.com/file/d/12JFHZJ\\_2Cl4ch4UB3D1Tiy4eZrWDWhm7/view](https://drive.google.com/file/d/12JFHZJ_2Cl4ch4UB3D1Tiy4eZrWDWhm7/view) Acesso em: 18 dez. 2023.
- DIERKES, Hermann. **Ökologischer Marxismus**: marxistische ökologie. Köln: VSPVerlag, 1998.

- DIVINO, Sthéfano Bruno Santos. Reflexões sobre a inteligência artificial na agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável. **Revista Eletrônica Direito e Política**, Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ciência Jurídica da UNIVALI, Itajaí, v. 16, n. 1, p. 30-64, 1º quadrimestre de 2021. Disponível em: <https://periodicos.univali.br/index.php/rdp/article/view/17534>. Acesso em: 23 jul. 2023.
- FLORIDI, Luciano; COWLS, Josh; KING, Thomas; TADDEO, Mariarosaria. How to design AI for social good: seven essential factors. **Science and Engineering Ethics**, v. 26, p. 1771-1796, 2020. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11948-020-00213-5>. Acesso em: 21 ago. 2023.
- FOGEL, David B. **Evolutionary computation: toward a new philosophy of machine intelligence**. New York: John Wiley, 2006.
- GÁSPARI, Josset Campagna de; SCHWARTZ, Gisele Maria. Inteligências múltiplas e representações. **Psicologia, Teoria e Pesquisa**, Brasília, v. 18, n. 3, p. 261-266, set./dez. 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ptp/a/pRM7K8rZ9FZ6vX57NRgVNDb/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 4 jul. 2023.
- GÓMEZ, Maira Bastidas; GÓMEZ, Raúl José Martelo; HERRERA, Tomás José Fontalvo. Caracterización de smart cities para el fortalecimiento del turismo en la ciudad de Cartagena. **Aglala**, v. 10, n. 2, p. 241-268, maio 2019. Disponível em: <https://revistas.curn.edu.co/index.php/aglala/issue/view/93>. Acesso em: 21 jul. 2023.
- GRUPO DE TRABALHO DA SOCIEDADE CIVIL PARA A AGENDA 2030 – GTSC A2030. **VI Relatório Luz da sociedade civil: Agenda 2030 de desenvolvimento sustentável Brasil**. 2022. Disponível em: [https://brasilnaagenda2030.files.wordpress.com/2022/07/pt\\_rl\\_2022\\_final\\_web-1.pdf](https://brasilnaagenda2030.files.wordpress.com/2022/07/pt_rl_2022_final_web-1.pdf). Acesso em: 2 ago. 2022.
- HAENLEIN, Michael; KAPLAN, Andreas. A Brief History of Artificial Intelligence: On the Past, Present, and Future of Artificial Intelligence. **California Management Review**, v. 61, n. 4, p. 5-14, 2019. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0008125619864925>. Acesso em: 10 nov. 2023.
- HAN, Barbara A. *et al.* Inteligência artificial inspirada na Ecologia pode ficar mais sábia. **Inovação Tecnológica**, 29 set. 2023. Disponível em: <https://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=ecologia-inteligencia-artificial-mais-for>

tes-juntas&id=010150230929&ebol=sim Acesso em: 21 dez. 2023.

HOFFMANN-RIEM, Wolfgang. **Teoria Geral do Direito Digital**. 2. ed. rev. e atual. Rio de Janeiro: Forense, 2022.

JAVAID, Mohd; HALEEM, Abid; KHAN, Ibrahim Hallem; SUMAN, Rajiv. Understanding the potential applications of artificial intelligence in agriculture sector. **Advanced Agrochem**, v. 2, n. 7, p. 15-30, 2023. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/364940450\\_Understanding\\_the\\_potential\\_applications\\_of\\_artificial\\_intelligence\\_in\\_agriculture\\_sector](https://www.researchgate.net/publication/364940450_Understanding_the_potential_applications_of_artificial_intelligence_in_agriculture_sector). Acesso em: 21 ago. 2023.

JUNG, Jinha; MAEDA, Murilo; CHANG, Anjin; BHANDARI, Mahendra; ASHAPURE, Akash; LANDIVAR-BOWLES, Juan. The potential of remote sensing and artificial intelligence as tools to improve the resilience of agriculture production systems. **Current Opinion in Biotechnology**, v. 70, p. 15-22, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0958166920301257>. Acesso em: 21 ago. 2023.

LARA, Stephanie Sommerfeld de; COHEN, Simone Cynamon. Reflexões sobre a agricultura brasileira e Agenda 2030: perspectivas para políticas públicas saudáveis e sustentáveis. *In*: ROCCON, Pablo Cardozo; BEL, Haya Del; COSTA, Alane Andréa Souza; PIGNATI, Wanderlei Antônio. **Ambiente, saúde e agrotóxicos: desafios e perspectivas na defesa da saúde humana, ambiental e do(a) trabalhador(a)**. São Carlos: Pedro & João Editores, 2023.

LEW, Tedrick Thomas Salim; SAROJAM, Rajani; JANG, In-Cheol; PARK, Bon Soo; NAVKI, Naweed Isaak; WONG, Min Hao; SINGH, Gajendra Pratap; RAM, Rajeev; SHOSEYOV, Oded; SAITO, Kazuki; CHUA, Nam-Hai; STRANO, Michael Steven. Species-independent analytical tools for next-generation agriculture. **Nature Plants**, v. 6, n. 12, p. 1.408-1.417, 2020. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41477-020-00808-7>. Acesso em: 21 ago. 2023.

LEYTER, Bruna; NOSCHANG, Patrícia Grazziotin. O caso do Rio Vilcabamba no Equador: o reconhecimento da natureza como sujeito de direito e o rompimento com o paradigma antropocentrismo. *In*: CALGARO, Cleide (org.). **Constitucionalismo e meio ambiente: conquistas e desafios na América Latina**. Porto Alegre, RS: Fundação Fênix, 2021.

- LIMA, Fábio Martins de; ALMEIDA, Roselaine Bonfim de; SILVA, Jonathan Gonçalves da; CARVALHO, Leandro Vinícios. Governança da política ambiental e o agronegócio brasileiro. **Colóquio**, v. 19, n. 2, p. 237-258, abr./jun. 2022. Disponível em: <https://seer.faccat.br/index.php/coloquio/article/view/2492>. Acesso em: 5 ago. 2023.
- LOUREIRO, Carlos Frederico Bernardo. **Sustentabilidade e educação**: um olhar da ecologia política. São Paulo: Cortez, 2012.
- MANZAN, Célia Teresinha. Perspectivas constitucionais a um meio ambiente equilibrado em um contexto interno e latino americano: garantia humana fundamental. *In*: CALGARO, Cleide (org.). **Constitucionalismo e meio ambiente**: conquistas e desafios na América Latina. Porto Alegre, RS: Fundação Fênix, 2021.
- MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY (MIT). Como a IA pode turbinar a pesquisa de baterias. **MIT Technology Review**, 1 nov. 2023. Disponível em: <https://mittechreview.com.br/como-a-ia-pode-turbinar-a-pesquisa-de-baterias/>. Acesso em: 13 dez. 2023.
- MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY (MIT). Tecnologias emergentes no Agronegócio: tendências para um futuro mais sustentável e eficiente. **MIT Technology Review**, 2022. Disponível em: <https://rd.mittechreview.com.br/special-edition-tecnologiasnoagro-cubo>. Acesso em: 21 ago. 2023.
- MORLEY, Jessica; FLORIDI, Luciano; KINSEY, Libby; ELHALAL, Anat. From what to how: an initial review of publicly available AI ethics tools, methods and research to translate principles into practices. **Science and engineering ethics**, v. 26, n. 4, p. 141-168, 2020. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11948-019-00165-5>. Acesso em: 21 ago. 2023.
- NASCIMENTO, Amauri Mascaro. **Curso de direito do trabalho**: história e teoria geral do direito do trabalho – relações individuais e coletivas do trabalho. 26. ed., São Paulo: Saraiva, 2011.
- ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). Measuring the environmental impacts of AI compute and applications: the AI footprint. **OCDEiLibrary**, 15 nov. 2022. Disponível em: <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/7babf571-en.pdf?expires=1689966260&id=id&accname=guest&checksum=2A47DDDBDBD1DE8E1810189AC11DCECD>. Acesso em: 21 jul. 2023.

- ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). Recommendation of the Council on Artificial Intelligence. **OECD Legal Instruments**, 21 maio 2019. Disponível em: <https://legalinstruments.oecd.org/en/instruments/OECD-LEGAL-0449>. Acesso em: 20 out. 2023.
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A ALIMENTAÇÃO E AGRICULTURA (FAO). Chefe da FAO adverte sobre a “globalização da obesidade” e pede ao G20 que garanta dietas saudáveis através de regulamentação. **FAO no BRASIL**, 11 maio 2019. Disponível em: <https://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/pt/c/1193890/>. Acesso em: 12 ago. 2023.
- PÁDUA, José Augusto; LAGO, Antônio. **O que é ecologia?** São Paulo: Brasiliense, 2004.
- PEREIRA JÚNIOR, Alfredo. A publicação científica na atualidade. **Jornal Vascular Brasileiro**, Porto Alegre, v. 6, n. 4, p. 307-308, 2007. Disponível em: <https://app.periodikos.com.br/article/10.1590/S1677-54492007000400002/pdf/jvb-6-4-5dd eb7290e8825f9727279a1.pdf>. Acesso em: 4 jul. 2023.
- RECH, Adir Ubaldo. Inteligência artificial e natureza. **Revista Humanidades e Inovação**, Palmas, v. 9, n. 18, p. 10-20, set. 2022. Disponível em: <https://revista.unitins.br/index.php/humanidadeseinovacao/article/view/7838>. Acesso em: 21 ago. 2023.
- RECH, Adir Ubaldo. **Inteligência artificial, meio ambiente e cidades inteligentes**. Caxias do Sul: Educs, 2020.
- ROLIM, Francisco Petrônio de Oliveira; JATOBÁ, Augusto César Maurício de Oliveira; BARACHO, Hertha Urquiza. Sustentabilidade à luz da Constituição de 1988: uma análise contemporânea. **Revista CEJ**, ano XVIII, n. 64, p. 53-60, set./dez. 2014. Disponível em: <https://revistacej.cjf.jus.br/cej/index.php/revecej/article/download/1889/1856/>. Acesso em: 25 jul. 2023.
- ROLNICK, David *et al.* Tackling climate change with machine learning. **ACM Computing Surveys (CSUR)**, v. 55, n. 2, p. 1-96, 2022. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3485128>. Acesso em: 21 ago. 2023.
- ROTZ, Sarah *et al.* Automated pastures and the digital divide: how agricultural technologies are shaping labour and rural communities. **Journal of Rural Studies**, v. 68, p. 112-122, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0743016718307769>. Acesso em: 21 ago. 2023.

- RUEDA, Jon. ¿Automatizando la mejora moral humana? la inteligencia artificial para la ética. **Daimon Revista Internacional de Filosofía**, n. 89, p. 199-209, maio/ago. 2023. Disponível em: <https://philpapers.org/rec/RUEALM>. Acesso em: 6 jul. 2023.
- RUIZ-REAL, José Luis; URIBE-TORIL, Juan; ARRIAZA, Jose Antonio; VALENCIANO, Jaime de Pablo. A look at the past, present and future research trends of artificial intelligence in agriculture. **Agronomy**, v. 10, n. 11, p. 1.839, 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4395/10/11/1839>. Acesso em: 21 ago. 2023.
- RUSSEL, Stuart Jonathan; NORVIG, Peter. **Inteligência artificial**. Tradução de Regina Célia Simille. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.
- SÁNCHEZ, Amadeo Muntané; CLARAMUNT, Enrique Roberto Moros. ¿La neurociencia puede explicar el funcionamiento global del cerebro? **Cuadernos de Neuropsicología – Panamerican Journal of Neuropsychology**, v. 14, n. 1, p. 88-102, 2020.
- SARLET, Ingo Wolfgang; FENSTERSEIFER, Tiago. Teoria Geral do Direito Climático. *In*: WEDY, Gabriel; SARLET, Ingo Wolfgang; FENSTERSEIFER, Tiago. **Curso de direito climático**. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2023.
- SINGER, Peter; TSE, Yip Fai. AI ethics: the case for including animals. **AI and Ethics**, v. 3, n. 2, p. 539-551, 2023. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s43681-022-00187-z>. Acesso em: 16 dez. 2023.
- SOUZA, Vitória Colvara Gomes de. A lenta inclusão do meio ambiente nas demandas políticas fruto de um despertar ecológico tardio. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE DIREITO AMBIENTAL: AMBIENTE, SOCIEDADE E CONSUMO SUSTENTÁVEL, 20., 2015, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: Instituto O Direito por um Planeta Verde, 2015. Disponível em: [http://www.planetaverde.org/arquivos/biblioteca/arquivo\\_20150602201330\\_8751.pdf](http://www.planetaverde.org/arquivos/biblioteca/arquivo_20150602201330_8751.pdf). Acesso em: 21 jul. 2023.
- THOMPSON, Michael J. Repensando a alienação como atrofia moral. **Verinotio**, ano VIII, n. 14, out. 2012. Disponível em: <http://www.verinotio.org/sistema/index.php/verinotio/article/view/137/127>. Acesso em: 6 jul. 2023.
- UNIÃO EUROPEIA (UE). Parlamento Europeu. Artificial Intelligence Act: deal on comprehensive rules for trustworthy AI. **Atualidade Parlamento Europeu**, 9 dez. 2023. Disponível em: <https://www.europarl.europa.eu/news/pt/press-room/20231206IP>



- R15699/artificial-intelligence-act-deal-on-comprehensive-rules-for-trustworthy-ai. Acesso em: 13 dez. 2023.
- VINUESA, Ricardo *et al.* The role of artificial intelligence in achieving the sustainable development goals. **Nature Communications**, v. 11, n. 233, p. 1-10, 13 jan. 2020. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41467-019-14108-y>. Acesso em: 24 jul. 2023.
- VIOLA, Eduardo; MENDES, Vinícius. Agricultura 4.0 e mudanças climáticas no Brasil. **Ambiente e Sociedade**, v. 25, 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asoc/i/2022.v25/>. Acesso em: 10 ago. 2023.
- VITALE, Denise; SANTOS NETO, Mário Joaquim. Da agenda da ONU à produção das ciências sociais no Brasil: reflexões sobre desenvolvimento sustentável e povos indígenas. *In: IVO, Anete Brito Leal (org.). A reinvenção do desenvolvimento: agências multilaterais e produção sociológica*. Salvador: EDUFBA, 2016, p. 105-150. Disponível em: <https://books.scielo.org/id/fhr95/pdf/ivo-9788523218577-04.pdf>. Acesso em: 2 ago. 2023.
- WEDY, Gabriel; CAMPOS, Eduardo Coimbra Villa Coimbra. Breves reflexões sobre a inteligência artificial e o estado de direito. **Revista Jurídica Unicuritiba**, Curitiba, v. 2, n. 74, p. 259-286, abr./jun. 2023. Disponível em: <https://revista.unicuritiba.edu.br/index.php/RevJur/issue/view/263>. Acesso em: 5 jul. 2023.
- YEH, Shin-Cheng; WU, Ai-Wei; YU, Hui-Ching; WU, Homer C.; KUO, Yi-Ping; CHEN, Pei-Xuan Chen. Public perception of artificial intelligence and its connections to the sustainable development goals. **Sustainability**, v. 13, n. 16, p. 9.165, 2021. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/16/9165>. Acesso em: 21 ago. 2023.



## **OS DIREITOS HUMANOS E FUNDAMENTAIS NA SOCIEDADE INFORMACIONAL: DESAFIOS E PERSPECTIVAS – UM ESTUDO SOBRE O EMPREGO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA ÁREA DA SAÚDE<sup>1</sup>**

*Gabrielle Bezerra Sales Sarlet<sup>2</sup>*

### **NOTAS INTRODUTÓRIAS**

Quarta ferida narcísica na História da Humanidade, as aplicações com base em Inteligência artificial (doravante IA) têm potencial, positivo e negativo, para produzir profundas alterações e múltiplos impactos para todas as formas de vida, sobretudo vidas humanas, as quais podem ser beneficiadas na medida em que terão acesso às novas ferramentas tecnológicas que podem expandir a ideia de inteligência, de consciência, os índices de qualidade de vida, ampliando, inclusive as capacidades cognitivas e, dessa forma, oportunizando alternativas de tomada de decisão inovadoras para solucionar problemas crônicos de afetação global, tais como a fome, a crise energética e o colapso ambiental. Igualmente seguem abrindo perspectivas radicais e inovadoras no que diz com o controle, o enfrentamento e a superação de quadros epidêmicos.

De fato, para além de alguns cenários ficcionais permeados de meros solucionismos tecnológicos, a adoção de aplicações de

---

1 *That it is one of the results of the Project PID2022-136548NB-I00 “The challenges of artificial intelligence for the social and democratic State of Law”, funded by the Ministry of Science and Innovation in the Call for Knowledge Generation Projects 2022”.*

2 Doutora em Direito pela UNIA – Universidade de Augsburg, Alemanha. Pós-Doutorado em Direito pela Universidade de Hamburgo, Alemanha, e pela PUCRS. Mestre em Direito pela UFC – Universidade Federal do Ceará, e especialista em neurociências e ciências do comportamento pela PUCRS. Atualmente, é professora dos cursos de graduação, mestrado e doutorado (PPGD) em Direito da PUCRS. Advogada e consultora jurídica. Presidente da regional do Rio Grande do Sul da Sociedade Brasileira de Bioética – SORBI. Pesquisadora Produtividade CNPQ.

IA implica sobrevivência e, desse modo, carece de reflexão lúcida e harmoniosa acerca do presente e do passado, especialmente, no que afeta ao futuro da espécie humana. E, assim, merece atenção no que concerne à redefinição do papel das instituições sociais e políticas em inusitados construtos e alinhavos, tanto imprescindíveis quanto inadiáveis, entre os setores público e privado.

O cenário de tecnoautoritarismo, de plataformização, e de algoritmização (Benanti, 2020, p. 16) do cotidiano carece de uma análise acurada, qualitativa e quantitativamente, do que pode e deve ser delegado à IA em termos de políticas públicas (Transparência Brasil, 2023), mormente em áreas estratégicas como segurança, prestação jurisdicional, educação e saúde.

Urge analisar o ecossistema sanitário mundial, após o período pandêmico, e compreender o papel dos profissionais da saúde em uma delicada afinação com a sociedade civil, os Estados e os organismos internacionais de direitos humanos, tendo em vista o desenvolvimento e a aplicação de IA justa, segura, robusta e confiável. Em face disso, urge empreender esforços para uma visão ampla e complexa que atrele o panorama doméstico com as novas molduras de uma espécie de *tecnossaúde* de caráter mundial.

Há no Brasil, cenário marcadamente tecnoentusiasta (Brasil, 2019), um exponencial crescimento no emprego de IAs que se tornam cada vez mais centrais na tomada de decisão, tornando-se, por sua vez, em algumas especialidades, premissas básicas no diagnóstico médico (Grupo Brasileiro De Oncologia Torácica, 2023) e na atuação dos gestores. No processo de diagnose, e.g., de natureza eminentemente relacional, observa-se, sobretudo em razão do legado da pandemia da covid-19, uma utilização acentuada das novas tecnologias, afetando de modo determinante alguns direitos humanos e fundamentais dos pacientes, ao passo que novas questões problemáticas que, v.g., dizem respeito ao processo/relação médico/paciente emergem em profusão. De todo modo, não se pode olvidar que múltiplas aplicações vão se delineando com significativa velocidade na medida em que as pesquisas na área de IA, saem da época invernal e adentram, sutil e pervasivamente, na capilaridade do cotidiano.

A IA, em diversas aplicações, possibilita ganhos e soluções tecnológicas para diversos problemas outrora considerados insolúveis, especialmente na área da saúde, tornando factível tratar de uma saúde cinco P, ou seja, preventiva, preditiva, personalizada, promocional e participativa. Por outro lado, há uma série de externalidades

negativas que ainda estão em aberto, em particular quando se considera o grau de afetação ao livre desenvolvimento da personalidade, à saúde coletiva, à proteção ambiental, à vida de outras espécies, à integridade física e psíquica, à autodeterminação informacional, à equidade no acesso, à diversidade, e à proteção de dados pessoais, em especial, dos dados sensíveis, incluindo a questão acerca da confiança e das molduras apropriadas para responsabilização digital que assumem posição primordial no debate.

Além disso, há outros aspectos desafiadores que perpassam o desenvolvimento dessas tecnologias e que, em regra, devem ser voltados para a centralidade do ser humano (Freitas; Freitas, 2020), vez que a confiança é inarredável na relação entre o paciente e o profissional de saúde, notadamente para compreender o papel do médico. Ademais, para além da necessidade de investigar diretrizes específicas e principiológicas para a produção/desenvolvimento, para a aplicação e para o manejo da IA na área saúde, ou seja, em um cenário que as relações não podem retroceder, voltando a serem marcadas pela acentuação da assimetria, torna-se urgente a busca por parâmetros éticos e normativos mais precisos, factíveis, apropriados à realidade brasileira, mediante exemplo do que já tem sido produzido na seara internacional, servindo como forma de baliza (Floridi; Cowls, 2019) para os desenvolvedores, os usuários e os reguladores da IA. Com efeito, trata-se de sublinhar que essa temática se refere a uma questão de cidadania digital, pilar central do constitucionalismo.

Em face de tal cenário em que se desvelam novas e severas formas de vulnerabilização da pessoa humana, a pesquisa que se propõe, mediante emprego do método hipotético-dedutivo, pesquisa bibliográfica e exploratória, à luz da teoria dos direitos fundamentais em conjunção com os direitos humanos e, mais especificamente, com enfoque voltado para os desdobramentos do direito à saúde e da proteção de dados pessoais, constitucionalmente consagrados, visa identificar os principais desafios, bem como algumas perspectivas alvissareiras no sentido de, ao final, apresentar eventuais pautas de solução, sobretudo com ênfase na ordem jurídica brasileira, mas – dado o caráter global e transnacional do fenômeno – com os olhos voltados para o plano internacional.

O propósito do artigo é, conseqüentemente, analisar o cenário atual da saúde digital por meio de alguns exemplos, investigando, dessa forma, algumas externalidades e reconhecendo algumas ameaças aos direitos humanos e fundamentais para que se

possa compreender e superar as barreiras à conformidade legal e regulatória.

## **PARA ENTENDER A SAÚDE DIGITAL**

Desde a segunda metade do século passado, a conceituação de saúde tem passado por um processo de expansão, de sorte que cada vez mais se supere uma dicotomia circunscrita à ideia de enfermidade, ampliando-se para uma dimensão processual, ou seja, democrática, inclusiva de alteridade, de altos índices de qualidade de vida, de longevidade e de bem-estar (United Nations, 2023)<sup>3</sup>.

A saúde, pois, a partir de meados do século passado, passou a ter posto preponderante na paleta de políticas públicas, vez que se torna cada vez mais integral, assumindo novas dimensões e engendrando novos cenários na vida das pessoas, carecendo, por outro lado, de mais e melhores alocações de recursos.

Assim, resplandece novos horizontes em termos de qualidade de vida, sendo essencial o emprego das diversas modalidades de tecnologias aplicadas em um processo de digitalização em curso. No âmbito sanitário, os dados e as informações assumem o ponto central dos sistemas baseados em evidências.

Em vista disso, segundo a Organização Mundial da Saúde (doravante OMS), Tecnologia em Saúde é a “aplicação de conhecimentos e habilidades organizados na forma de dispositivos, medicamentos, vacinas, procedimentos e sistemas desenvolvidos para resolver um problema de saúde e melhorar a qualidade de vida” (Brasil, 2023a). Dito de outro modo, consiste em uma plêiade de procedimentos, de medicamentos, de terapias e de ações, inclusive referentes à triagem diagnóstica, às práticas que garantem melhor qualidade de vida e longevidade, às possibilidades preventivas e, igualmente, às possibilidades referentes ao engajamento e ao monitoramento de pacientes.

Se por um lado há essa expansão, seja no arsenal tecnológico, seja na demanda por atendimento na área da saúde, não se pode olvidar que há riscos envolvidos e ainda não totalmente mapeados, em especial por IA se tratar de uma tecnologia de propósito geral, cuja natureza transversal vai impactando de forma indelével todas as áreas da vida. De um modo exemplificativo mais amplo, pode-se

---

3 A Organização Mundial da Saúde (OMS), em 1946, definiu saúde como um estado de completo bem-estar físico, mental e social, e não apenas como a ausência de doença ou enfermidade.

pensar nos conteúdos falsos e maliciosos produzidos por *bots* que podem contaminar o discurso público por meio da disseminação de campanhas de desinformação na área da saúde (Brasil, 2023b), induzindo em erro a população e os gestores.

Dito isso, no que se refere à saúde, pode-se afirmar que a confluência de elementos cruciais para o novo paradigma digital (Valerio Neto; Berton; Takahanata, 2021, p. 21-39), oportuniza tratar do presente a partir das experiências do passado para a construção do futuro, a despeito de tecnofobias e de tecnoentusiasmos. Em síntese, não custa lembrar que IA e Big Data, internet das coisas, prontuário eletrônico e telemedicina formatam as novas molduras da saúde do milênio (Lottenberg; Silva; Klajner, 2019, p. 15).

Nesse sentido, interessa dispor que os olhares voltados para a saúde digital se endereçam para os índices de qualidade de vida e para o bem-estar geral das pessoas, se entrelaçando com a satisfação do cliente/usuário/cidadão e com a sustentabilidade dos sistemas. Salienta-se que o padrão de necessidades no setor da saúde no momento atual tem se desenhado a partir do envelhecimento (United Nations, 2023; Organização Pan-Americana da Saúde, 2020) da população mundial, vez que nos próximos 10 anos haverá mais pessoas de 60 a 90 anos na qualidade de usuários de serviços de saúde. Em razão disso, deve-se reconhecer, por precaução, que os sistemas de saúde não estão equipados/preparados para atender a essa população envelhecida, pois a demanda, em termos quantitativos e qualitativos, tende a aumentar consideravelmente.

Deve-se alertar que, em regra, os sistemas de saúde recentemente tiveram que aumentar os salários base, adicionar incentivos e usar recursos dispendiosos das agências e do orçamento público, sobretudo em razão do enfrentamento e do legado pandêmico como uma medida de ajuste fundamental para a manutenção dos quadros e como um atrativo para novos profissionais (Brasil, 2022). A propósito, o setor da saúde é um dos setores mais caros para a Humanidade (Garcia; Gonçalves, 2020). É, pois, impossível sustentar essa pressão, pois os custos já estão subindo continuamente, sendo que, por outro lado, a capacidade está sobrecarregada, pois não há profissionais suficientes para cuidar dos pacientes e garantir atendimento apropriado em escala mundial (Albuquerque, 2023; Index Mundi, 2023; Tagiaroli, 2023).

Admite-se que a força de trabalho está envelhecendo, isto é, a escassez de profissionais de saúde vai piorar à medida que um maior contingente se aposenta. Portanto, a demanda crescente e um

conjunto menor de recursos, em razão do estado crítico de alguns países (UOL, 2023), colocam em risco o acesso equitativo e de qualidade. Daí o emprego de novas tecnologias se torna, de modo global, uma questão de sobrevivência (Bucci, 2023; Lottenberg; Silva; Klajner, 2019) em um mundo volátil, inseguro, ambíguo e pleno de incerteza (Maritaca, 2023).

A despeito do que já se vivenciou até a atualidade, a saúde digital implica novos patamares de conhecimento que envolvem necessariamente inovação e multidisciplinaridade, ou seja, envolve nanotecnologia, biossegurança, estatística, matemática avançada, aprofundamento e pesquisa em IA, inclusive genômica, ciência de dados, biologia sintética, internet das coisas, incremento na força computacional, efetivação da proteção de dados pessoais, privacidade digital, estruturas regulatórias, ética, design, bioética digital, manejo de sandboxes (Brasil, 2021), dentre outros saberes, em uma lógica de compliance (Saavedra; Rotsch; 2022, p. 27).

Exige-se, isto posto, governança algorítmica que se refere ao conjunto de processos, de práticas e de mecanismos utilizados para garantir a transparência, a responsabilidade e a ética no desenvolvimento, na implementação e na utilização de algoritmos. Com o crescimento do uso de algoritmos em diversos setores (UFRGS, 2023), incluindo o emprego de IA, de aprendizado de máquina e de automação, a governança algorítmica tornou-se uma preocupação indispensável (Suleyman, 2023, p. 47) para a consolidação do Estado de Direito.

As estruturas de governança algorítmica visam identificar, abordar, prevenir e mitigar questões/riscos/externalidades que tocam vieses algorítmicos, garantia da privacidade dos dados, da segurança, da justiça digital e, nesse sentido, acerca da explicabilidade (Unesco, 2023) dos algoritmos. Procura-se estabelecer diretrizes e mecanismos que assegurem que as decisões tomadas pelos algoritmos sejam justas, transparentes e possam ser compreendidas e auditadas (Panoptico, 2023; Brasil, 2018) a fim de se tornarem oponíveis.

No contexto da governança algorítmica, é importante considerar a diversidade e a inclusão, garantindo que as soluções algorítmicas sejam equitativas e não engendrem ou perpetuem desigualdades e nem adensem os quadros de injustiça estruturais pré-existent (Maues, 2023, p. 30). Além disso, fundamentalmente, a proteção dos dados pessoais, a previsão de instrumentos como os relatórios de impacto, bem como a conformidade com regulamentos



de privacidade e com o catálogo de direitos humanos e fundamentais são aspectos cruciais dessa governança, isto é, configuram a peça-chave para a garantia da transparência algorítmica e da ampla participação popular.

## NOTAS SOBRE IA

Trata-se de agentes epistêmicos que, mediante cálculos probabilísticos, mais ou menos sofisticados, entendidos como uma tecnologia de propósito geral (Suleyman, 2023, p. 26-27), sobretudo em razão da transversalidade e da capacidade decisional que, a partir da entrada de dados, produzem soluções e, por vezes, novas arquiteturas informacionais, simulando, em alguma medida, a inteligência humana (Teixeira, 2012, p. 11).

*Prima facie*, o que não se pode é confundir IA com os algoritmos, vez que os mesmos são mecanismos de racionalização, representando parâmetros matemáticos para a institucionalização na atualidade (Hoffmann-Riem, 2019, p. 16-18). Outra distinção fundamental é entre IA e automação. A automação se refere ao uso de máquinas e tecnologias para realizar tarefas de forma automática, substituindo o trabalho humano. Ela envolve a criação de sistemas que executam trabalhos repetitivos ou baseados em regras pré-estabelecidas de maneira eficiente e sem intervenção humana (Edge, 2021). A automação pode ser aplicada em várias áreas, como manufatura, serviços financeiros, atendimento ao cliente e na indústria, dentre outras.

Já a Inteligência Artificial é um campo da ciência da computação que se concentra no desenvolvimento de sistemas capazes de realizar tarefas que geralmente exigiriam inteligência humana. A IA permite que as máquinas processem informações, aprendam com elas e tomem decisões com base em um tipo de conhecimento produzido. Em forma mais prosaica, a automação se refere à execução automatizada de tarefas sem inteligência, enquanto a IA envolve a emulação da inteligência humana para realizar tarefas de forma mais sofisticada e adaptativa (Peixoto; Silva, 2019, p. 44).

Deve-se lembrar que a automação e a IA são, em regra, combinadas para criar sistemas mais avançados. Por exemplo, uma fábrica pode usar robôs automatizados para montar produtos, mas esses robôs podem ser equipados com sistemas de IA para tomar decisões em tempo real com base em dados sensoriais. Isso permite que eles

se adaptem às diferentes situações e ajam de forma mais inteligente e apropriada para as tarefas para as quais foram desenvolvidos.

O objetivo precípua da IA é a criação de soluções maquinicas que possam identificar, perfilar, analisar, aprender, comparar e tomar decisões de forma, mais ou menos, autônoma. Abrange uma ampla gama de subcampos, como aprendizado de máquina, processamento de linguagem natural, visão computacional e robótica etc. (Silva; Klaj; 2019, p. 21-39). Essas tecnologias são aplicadas em diversas áreas, desde assistentes virtuais até veículos autônomos, em diagnósticos médicos avançados e até mesmo em jogos de computador. Pode-se afirmar que, nessa quadra do século XXI, o campo da IA continua evoluindo rapidamente, com pesquisadores buscando desenvolver sistemas mais “inteligentes” e capazes de lidar com uma variedade ainda maior de tarefas (Domingos, 2017, p. 29)

A IA generativa, v.g., é um tipo de inteligência artificial que usa modelos de aprendizado profundo não estruturados para produzir conteúdo com base na entrada do usuário, nos *prompts*. Destaque-se que, como parte desse processo, a IA generativa usa uma base de aprendizado de máquina para criar conteúdos que inclui materiais escritos, imagens, vídeos, áudios, partituras de músicas e códigos de computador (Abelin, 2023).

Nessa linha evolutiva, a inteligência artificial, a despeito de um conceito consolidado, consiste em uma criação algorítmica destinada a cumprir finalidades determinadas e especificadas com base no recebimento/tratamento de dados que, até recentemente, eram exclusivamente objetivos e estruturados para gerar resultados igualmente objetivos. De qualquer sorte, a ideia nuclear para entendimento das IAs, é ainda a de análise preditiva.

A análise preditiva, por sua vez, é um ramo da ciência de dados que utiliza algoritmos e técnicas estatísticas de alta complexidade para fazer previsões ou estimativas sobre eventos futuros com base em dados históricos e em padrões identificados. Assim, envolve a coleta, a limpeza e a análise de grandes conjuntos de dados, a fim de identificar tendências, correlações e padrões que possam ajudar a determinar o que pode e “deve” acontecer no futuro (Hoffmann-Riem, 2019; Cella, Copetti, 2017, p. 39-58).

Ponto de atenção deve se voltar para IA confiável, segura e robusta. Ou seja, consiste em sistemas de IA que são capazes de lidar de forma eficaz com situações e ambientes variáveis e imprevistos. Uma IA robusta deve ser capaz de generalizar seu aprendizado e tomar decisões adequadas mesmo em circunstâncias diferentes

daquelas em que foi treinada. A robustez é deveras importante na IA, pois, muitos sistemas de IA são treinados em conjuntos de dados específicos e podem não funcionar corretamente em situações não previstas. Uma IA robusta é capaz de lidar com variações e incertezas no mundo real, sendo resiliente às mudanças de contexto, ruído nos dados de entrada e adversidades inesperadas (IBM, 2023).

Para desenvolver IA robusta, é necessário treiná-la com uma diversidade de exemplos e situações, para que possa aprender a generalizar e adaptar seu conhecimento aos casos não antevistos. Também é importante realizar testes abrangentes e avaliações de desempenho para identificar e corrigir possíveis fragilidades ou pontos fracos nos sistemas de IA (Comissão Europeia, 2023a).

Um sistema de IA confiável é aquele que foi projetado, treinado e implantado de maneira a prever e minimizar erros, vieses e imprevisibilidades, proporcionando, assim, resultados previsíveis e de qualidade. Para que um sistema de IA seja considerado confiável, é importante que ele seja transparente, auditável e responsável. Isso significa que seu comportamento deve ser compreensível e justificável, permitindo que os desenvolvedores e usuários entendam como ele funciona e como chegou a determinadas conclusões para gerar condições de oponibilidade. Além disso, um sistema de IA confiável deve ser capaz de se adaptar e corrigir erros, evitando comportamentos indesejados e imprevistos.

No entanto, é importante ressaltar que a confiabilidade de um sistema de IA também depende do escopo e da aplicação específica. Alguns sistemas de IA podem ser altamente confiáveis em uma tarefa específica, enquanto podem apresentar limitações em outras áreas. Por isso, é crucial avaliar a confiabilidade de um sistema de IA com base em seu contexto, histórico e propósito.

Igualmente relevante é garantir segurança. IA segura consiste em sistema de Inteligência Artificial que foi projetado, desenvolvido, implementado e utilizado de maneira a minimizar riscos e garantir a proteção das pessoas, das instituições e dos sistemas envolvidos. A segurança em IA envolve medidas de proteção contra ameaças e vulnerabilidades que possam comprometer a integridade, a confidencialidade e a disponibilidade dos dados e dos sistemas. Para garantir a segurança em IA, é importante adotar boas práticas de projeto, de implementação e de gerenciamento de sistemas, incluindo técnicas de criptografia, de autenticação, de autorização e de monitoramento de atividades suspeitas.

A segurança em IA também envolve a responsabilidade dos desenvolvedores, usuários e organizações que utilizam os sistemas, implicando considerar os possíveis impactos e as consequências das decisões tomadas pela IA, e, por outro lado, não menos importante, garantir que os direitos humanos e fundamentais das pessoas sejam respeitados (Mota, 2023).

De mais a mais, percebe-se uma espécie de tendência à padronização de um modelo de inteligência que tende a ser tomado como o único, excluindo de forma inapelável todas as demais expressões de inteligência que podem e devem compor um quadro inclusivo, justo e intergeracionalmente responsivo. Por óbvio, dentro dessa perspectiva, ainda há de se enfatizar os *learners*, ou seja, os algoritmos inteligentes que criam outros algoritmos em composições e arquiteturas informacionais pré-estabelecidas.

Em síntese, existem várias maneiras de garantir a XAI (IA explicável) em Machine Learning (The Ethics Centre, 2018; Brownie, 2015, p. 10; Sales; Molinaro, 2019, p. 185), vez que não se pode admitir as chamadas caixas-pretas. Uma abordagem comum é utilizar técnicas de interpretabilidade, como a importância relativa de recursos, análise de sensibilidade e métodos de decomposição. Essas técnicas ajudam a entender quais características do conjunto de dados têm maior influência/peso nas decisões tomadas pelo modelo. Além disso, a produção de dossiê com a documentação completa e detalhada do processo de criação e o treinamento do modelo, incluindo a descrição dos algoritmos, parâmetros utilizados, conjunto de dados de treinamento e as métricas de desempenho, também se torna inerente à XAI.

Outras ferramentas podem ser utilizadas, como a construção de gráficos de dependência ou a geração de regras de associação a partir dos modelos. Essas técnicas podem fornecer *insights* adicionais sobre como o modelo está tomando suas decisões (Rydlowski, 2010). Com efeito, diante da “inexplicabilidade” de alguns módulos de IA mais complexos – como as tecnologias utilizadas para análise diagnóstica – surgiu um campo de pesquisa denominado *Explainable Artificial Intelligence*, ou XAI, que tem como objetivo possibilitar que as soluções apresentadas por módulos de IA possam ser melhor compreendidas por humanos (Gunning, 2019).

Basicamente, portanto, o novo *boom* da IA, após dois períodos inverniais, deve-se ao equacionamento de avanço exponencial na capacidade computacional e dos grandes volumes de dados disponíveis, destacando-se os dados de saúde que passaram a ser produ-

zidos em profusão após a recente pandemia. Outro ponto elementar diz respeito às estruturas surgidas com a internet (Vallance, 2023) e os avanços em termos de microprocessadores que, de certa maneira, pavimentaram a escalabilidade do emprego da IA.

Para esclarecer melhor, ao tempo em que se constata a distinção entre inteligência, consciência e autorreferenciação, afirma-se que a IA atua como uma série de estratégias de performance voltadas para aplicações específicas, principalmente destinadas para o mercado que, por sua vez, adensa a ruptura do globo em norte e sul em um molde tecnopolítico, mediante a delegação de funções que envolvam repetição, padronização e volume. Saliente-se que se trata de um conjunto de tecnologias que, em geral, possuem a capacidade de, por meio da artificialização/matematização, ou seja, por meio de cálculos probabilísticos, possibilitam identificar padrões e aplicar soluções para problemas e, paralelamente, aprender com a experiência (Green 4T, 2023).

Para maior precisão conceitual, a título exemplificativo, destaque-se que, na estratégia alemã (*Nationale KI Strategie*), entende-se IA como: sistemas de dedução, de provas baseadas em máquina: dedução de declarações formais a partir de expressões lógicas, sistemas para provar a correção de hardware e software; sistemas baseados no conhecimento: método para padronizar a coleta de experiências, software para estimular a experiência humana e apoiar especialistas (anteriormente designados “sistemas especialistas”); análise e reconhecimento de padrões: processos analíticos indutivos em geral, aprendizado de máquina em particular; robótica: controle autônomo de sistemas robóticos, isto é, sistemas autônomos; e, por fim, interação homem-máquina multimodal inteligente, ou seja, análise e entendimento da linguagem (em conjunto com a linguística), imagens, gestos e outras formas de interação humana (Germany, 2023).

Entende-se, com isto, que a inteligência artificial, na medida em que consiste em uma espécie de ferramenta tecnológica deve estar a serviço da vida de modo geral e, em particular, do ser humano para, em sua atuação harmoniosa, auxiliá-lo no desafio emancipatório de viver como o principal protagonista no momento atual e no futuro, especialmente no que se refere à integralidade da saúde.

E, então, deve estar alinhada ao fortalecimento de uma circuitaria emocional que favoreça uma vida mais livre, responsável, solidária e autônoma apesar do, já mencionado, contexto instável, incerto, volátil e complexo (Nida-Rümelin, 2018). Desse modo, um dos aspectos desafiadores é deixar clara a distorcida tentativa cada

vez mais bem-sucedida de ampliar e aprofundar a desigualdade no cenário global e, de outra banda, de tornar a obsolescência humana algo inevitável. Entra, assim, na pauta, de modo insofismável, os mecanismos de governança algorítmica orquestrados, implicando transparência, explicabilidade, auditabilidade, escrutínio, instrumentos regulatórios em teias que envolvem as estruturas de *softlaw*.

A artificialização da inteligência, com efeito, tem como suporte o uso de sistemas maquímicos que, mediante o armazenamento, o tratamento e o compartilhamento de dados, pessoais ou não, passam a encetar algumas ações de reconhecimento, de perfilhamento, dentre outras, que, produzem processos de natureza decisória equiparáveis ou, em certo sentido, superiores aos humanos (Bächle, 2016, p. 158).

O panorama atual consiste, sem dúvida, em uma série de conjugações de natureza empírica que foram sendo configuradas e testadas em distintos ecossistemas nos últimos anos e que, à vista disso, tem relação direta com o período do pós-guerra, com mecanismos de controle e de vigilância em uma incontestável sintonia fina com as transformações do mercado e, por assim dizer, do capitalismo de dados e/ou de plataforma que, ancora-se em uma sofisticada economia psíquica de estratégias de indução de comportamentos humanos para a manutenção das estruturas de poder (Ramge, 2019, p. 15).

Sem dúvida, em processos disruptivos como os em curso, estão sendo construídos novos parâmetros, inclusive existenciais, de interação, de gestão, de governança, de atuação e de construção de mercados, de produção e de difusão da cultura, de desenho das democracias e dos regimes de governo. Os impactos (Chile, 2023), de fato, em virtude do dataísmo e da algoritmização tem sido inúmeros e se tornam dificilmente aferíveis pela população em geral, em especial quando envolvem temas relativos à área da saúde.

Recorde-se que as IAs, em suas dinâmicas contemporâneas, impõem inusitados espaços de biopoder, os quais as políticas públicas, e.g., não alcançam e, assim, geram novas formas de exclusão e de marginalização. Nos ecossistemas permeados por IAs evidencia-se a emergência por releituras dos instrumentos regulatórios em vigor em meio às estruturas de governança em construção, sendo igualmente essencial a produção de novas ferramentas técnicas e jurídicas potentes e eficazes de caráter antidiscriminatório.

Recorde-se que alguns dos principais parâmetros éticos na IA incluem: transparência, *accountability*, privacidade, justiça e be-

neficência (Ferreira, 2018; Comissão Europeia, 2023a; Burle; Cortiz, 2023). A ética *by design*, também conhecida como “ética desde o início” ou “ética por padrão”, é uma abordagem que visa integrar considerações éticas no design e desenvolvimento de produtos, serviços, tecnologias e sistemas desde o início do processo. Em vez de tentar corrigir problemas éticos em retrospectiva, a ética *by design* busca identificar e abordar as possíveis implicações éticas durante todas as fases do ciclo de vida (Unesco, 2023).

Essa abordagem envolve considerar cuidadosamente questões éticas, como privacidade, equidade, justiça, transparência e segurança, e, deste modo, garantir que os produtos e serviços sejam desenvolvidos de maneira ética. Isso pode incluir a implementação de salvaguardas, mecanismos de controle, análise de riscos e revisão ética contínua. A ética *by design* busca garantir que as considerações éticas sejam tratadas de forma proativa, evitando possíveis impactos negativos ou dilemas éticos futuros (Benanti, 2019).

Ética *by default* é uma abordagem em que a ética é considerada como uma parte fundamental e não negociável de um sistema, produto ou serviço, desde o início, isto é, busca estabelecer padrões éticos claros e definidos que orientem ações e decisões. Isso significa que as empresas e os desenvolvedores se comprometem em seguir certos princípios éticos, como respeitar a privacidade dos usuários, promover a equidade e a justiça, garantir a segurança e a confiabilidade dos sistemas.

Diante disso, torna-se, ainda mais, desafiadora a análise do atual contexto em face da urgência no reconhecimento e na afirmação de patamares normativos extraterritoriais, em uma dimensão/aplicabilidade multinível, que impliquem, cada vez mais, práticas de colaboração de escala global voltadas para a diagnose das externalidades, inibindo, mitigando e enfrentando as de caráter negativo. Enfim, há diversos pontos inquietantes e ainda em aberto que circundam a ideia de uma perfectibilização algorítmica em padrões democráticos e alinhados aos de segurança, de confiabilidade, de justiça, de liberdade, de dignidade e de cidadania.

Dentre eles, no Brasil, deve-se mencionar a falta de definição de uma agenda de privacidade e no âmbito da cibersegurança que alcancem temas como a separação informacional dos poderes do Estado, a divisão digital, as balizas para a transferência internacional de dados e uma coordenação de instrumentos de governança algorítmica no âmbito da saúde. Além, claro, da necessidade de uma produção legislativa apropriada à demanda social e que seja cons-

titucionalmente adequada, em particular com o que se depreende dos artigos 218 e 219 da CF/88. Nesse sentido, para além de uma legislação geral como, e.g., esboçado no PL 2338, espera-se que hajam esforços legislativos no sentido de pensar a saúde digital para além do que foi tratado no teor da lei 14.510/22 (Brasil, 2022).

Tal legislação estendeu o atendimento às outras profissões da saúde com a denominação Telessaúde no lugar de Telemedicina, em consonância com a Resolução CFM no. 2314/22 (Conselho Federal de Medicina, 2022). Dispondo sua principiologia central no sentido: do consentimento livre e informado do paciente ou representante legal; do direito de recusa ao atendimento na modalidade com a garantia do atendimento presencial, sempre que solicitado; da assistência segura e com qualidade ao paciente; da confidencialidade dos dados; e da responsabilidade digital. Depreende-se que, segundo esse diploma legal, os atos do profissional de saúde praticados de forma remota terão validade em todo território nacional e aquele que exercer a profissão em outra jurisdição, exclusivamente nessa modalidade, não precisará de outra inscrição secundária ou complementar àquela do Conselho do seu estado.

Com isto, face ao contexto informacional que se expande em proporções desmedidas tendo como principal *commodity* os dados, urge empreender e assegurar a devida proteção da pessoa humana, dentro e fora do ambiente digital. Por outro lado, intenta-se demonstrar que a proteção de dados pessoais, em particular os dados sensíveis (Frazão; Carvalho; Milanez, 2022, p. 56; Teffé, 2022, p. 17), formata o que se pode considerar como a pedra angular de um sistema jurídico protetivo, inclusivo, confiável, seguro e responsivo adequado à realidade contemporânea e compatível com o Estado democrático de Direito. Em síntese, o sistema de proteção de dados pessoais carece de aprofundamento, concretude e expansão compatíveis com o atual contexto tecnológico de modo a suportar e ancorar a regulação da IA, particularmente em face da complexidade que envolve a temática desse manuscrito.

## **IA APLICADA À SAÚDE – PERSPECTIVAS E DESAFIOS**

No tocante à saúde, remontando ao ano de 1972, ocasião em que foi empregada na Universidade de Stanford para o tratamento de infecções no sangue (Silva; Klajner, 2019, p. 27; Valerio Neto; Berton; Takahnata, 2021, p. 89), a IA está sendo cada vez mais utiliza-



da, sobretudo para contribuir, direta ou indiretamente, no processo de diagnóstico médico (Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2019). Alguns dos desenvolvimentos mais recentes envolvem as IAs capazes de diagnosticar, v.g., pneumonia causada pelo SARS-CoV-2 e diferenciá-la de outros tipos comuns de pneumonia (Zhang *et al.*, 2020); diferentes tipos de doenças de pele (Liu *et al.*, 2020); quadros síndrômicos e neoplasias (Roso, 2021).

Sem embargo, pode-se afirmar que se expande em termos de: telemedicina – compartilhamento de dados médicos para consultas, terapias e cirurgias robóticas; novas formas de colaboração de pesquisas clínicas em plataformas de pesquisas que envolvem troca/compartilhamento de dados referentes aos testes e ensaios clínicos; possibilidades de assistência de saúde que envolvem tecnologias de informação e armazenamento em nuvem, especialmente tendo em vista a interoperabilidade de bases de dados de pacientes e de clientes quando se refere à indústria farmacêutica e aos seguros de saúde.

No que se aplica à saúde mental, módulos de IA podem ser empregados para, v.g., melhorar o engajamento e o monitoramento do paciente, diagnóstico e tratamento de quadros como depressão e transtornos de ansiedade, atendimento remoto, utilização de *neurogames* e técnicas de aprimoramento neural, terapias imersivas para superação de situações de luto, estimulação intracraniana etc. (Thieme; Belgrave; Doherty, 2023) De fato, não se deve descuidar, mais uma vez, que a assim chamada *Big Data Analytics* é de particular importância para a avaliação de dados e para a expansão das possibilidades de uso de dados, especialmente com a ajuda da inteligência artificial<sup>4</sup>.

No intuito de melhor ilustrar, deve-se pontuar que aplica-se IA igualmente na: alocação de recursos, nas pesquisas na área clínica, na composição de mapas epidemiológicos de saúde coletiva, na triagem de pacientes, no atendimento personalizado, na assistência ao processo de diagnóstico por meio de imagens, no gerenciamento

4 Peixoto e Silva (2019, p. 33). “A IA, como subárea da Ciência da Computação, ao buscar mecanismos de simulação de parte da inteligência humana, necessita do desenvolvimento de algumas habilidades. Essas habilidades são definidas por algumas perguntas: 1) Como reconhecer objetos?; 2) Como converter sons em palavras e vice-versa?; 3) Como extrair sentido da linguagem e transmitir significado por meio de sentenças geradas?; 4) Como ordenar informações de uma forma prática?; 5) Como combinar pedaços de informações para alcançar conclusões?; 6) Como programar uma sequência de ações para cumprir determinado objetivo e ter certeza de que ela foi bem executada? Essas respostas e, portanto, as habilidades são especialmente fornecidas pela *computer vision; speech recognition; reasoning; planning.*”

de dados e de informações dos pacientes, na atualização dos profissionais de saúde, na elaboração e divulgação de protocolos e guias de boas práticas, no compartilhamento e tratamento de dados de saúde, no uso de *wearables* inteligentes para fins de check-ups regulares, na realização de cirurgias, inclusive robóticas, no monitoramento de pacientes, na implementação de processos de tarefas básicas e de natureza repetitiva que envolvem a gestão e ainda na área das pesquisas que movimentam a indústria da saúde, incluindo áreas que tangenciam a indústria farmacêutica (Schweikart, 2021).

No Brasil o desenvolvimento e a utilização de módulos de IA para o diagnóstico de doenças já é uma realidade (Albuquerque, 2022; Distrito, 2023). E, de modo consequente, dentre os protocolos a serem observados, impende lembrar, v.g., a observância quanto à estrita conservação da esfera da privacidade do paciente, o cuidado com as informações do paciente, como com os dados de saúde e demais informações pessoais, sobretudo advindas do tratamento de dados sensíveis, devendo ser coletadas de forma transparente e consentida/autorizada, garantindo que estes dados e informações sejam preservados e tratados estritamente para finalidades operacionais, legítimas e legais, durante todo ciclo de vida. Aqui enfatiza-se, em consonância da LGPD (SBMT, 2023), o princípio da necessidade e da qualidade dos dados (Frazão; Carvalho; Milanez, 2022, p. 60).

Dentre as IAs diagnósticas desenvolvidas e/ou utilizadas no Brasil destacam-se aquelas que: são capazes de diagnosticar melanomas<sup>5</sup> com uma potencial precisão de 86% de acerto (Coll, 2020); auxiliar no diagnóstico ultra precoce do câncer de pulmão (Roso, 2021) etc. Mas, existem riscos e, pior ainda, ambiguidades, alucinações e erros (Peel, 2023), sobretudo quanto ao emprego das generativas.

Ao passo em que há esse significativo incremento, o documento de Estratégia e-saúde para o Brasil, propõe uma visão ampla de Saúde Digital na medida em que descreve mecanismos contributivos para sua incorporação ao SUS, em alinhamento às diretrizes, aos princípios do SUS e à política brasileira de governo digital. O documento estabelece uma posição estratégica na elaboração de políticas de saúde, incluindo recomendação de algumas ações pre-cípua, tais como: reduzir a fragmentação das iniciativas de estratégia da Saúde Digital no SUS e aprimorar a governança da estratégia; fortalecer a intersetorialidade de governança de estratégia da Saúde

---

5 O Melanoma é um tipo de câncer de pele, cuja incidência pode ser melhor aferida em termos de dados. Ver: <http://www.oncoguia.org.br/conteudo/estatistica-para-cancer-de-pele-melanoma/7066/186/>. Acesso em: 24 nov. 2023.

Digital; elaborar o marco legal de estratégia da Saúde Digital no País; definir e implantar uma arquitetura para a estratégia da Saúde Digital; definir e implantar os sistemas e serviços de estratégia da Saúde Digital; disponibilizar serviços de infraestrutura computacional; criar arquitetura de referência para sustentação dos serviços de infraestrutura; criar a certificação em estratégia da Saúde Digital para trabalhadores do SUS; promover a facilitação do acesso à informação em saúde para a população (Brasil, 2020).

De modo geral, existem módulos de IA que são capazes de exercer funções mais ou menos complexas. As IAs aplicadas ao diagnóstico médico são geralmente tecnologias aptas às funções mais sofisticadas, baseadas em *machine learning*, sendo capazes de examinar, de fazer correspondências e de encontrar padrões a partir de dados não estruturados (Gutierrez, 2020, p. 83) – ou seja – têm a capacidade de literalmente aprender com os dados que lhe são fornecidos. Trata-se de algoritmos que traçam novas modalidades de inferências e de cálculos probabilísticos e, nesse sentido, afirma-se que aprendem em razão do seu grau mais acentuado de autonomia (Schweikart, 2021).

Assim, a utilização de módulos de AI diagnóstica pode trazer inúmeros benefícios para a manutenção da qualidade de vida e para manter e crescer o bem-estar dos pacientes, mediante, e.g, a redução do tempo de diagnóstico e a maior taxa de acerto da terapêutica nos resultados alcançados.

De outra banda, as IAs generativas têm sido vistas como bons augúrios no que se refere aos planos de atendimento personalizado ao paciente, aos avanços em termos de imagem, às opções inovadoras em manutenção preditiva e na atenção ao paciente e, de modo mais acentuado, no estabelecimento de estratégias e na consolidação da qualidade no apoio administrativo.

No Brasil – na medida da sua dimensão continental e da exponencial demanda da saúde pública – a IA aplicada no suporte médico revela-se pertinente e inolvidável para a efetivação do texto constitucional em vigor. Não obstante, há de se reconhecer que existem diversas peculiaridades que tangenciam os empregos irreflexivos dessa tecnologia que fazem emergir questionamentos ético-jurídicos quanto a sua forma de aplicação na análise diagnóstica, tornando ainda nebulosa a análise/reflexão acerca de sua repercussão técnica e social em relação à paleta de direitos e de garantias constitucionalmente assegurados.

Dentre os desafios (Miotto *et al.*, 2017) podem ser arrolados, e.g., há desdobramentos referentes à concentração de poder informacional, à soberania digital, à privacidade do paciente, como outrora referido, sobretudo em um momento em que o Brasil se notabiliza pelos vazamentos de dados (ITFORUM, 2023), às imprecisões de dados de IA; à falta de mecanismos suficientemente adequados para a governança algorítmica; à perpetuação de preconceitos e outras questões éticas, à inexistência de conhecimento técnico e de literacia e, na mesma relação de importância, ao agravamento na crise energética, ambiental e climática em razão das pegadas de carbono.

Em razão do razoável vácuo legislativo que se observa no cenário nacional, deve ser salientado que o ordenamento jurídico brasileiro possui direitos e garantias em vigor, devendo ser aplicados harmonicamente em sua plena eficácia e na medida da sua constitucionalidade/fundamentalidade formal e material. Portanto, não se pode admitir um total panorama lacunoso no que se refere a essa temática, sobretudo em razão da atual EC 115. De mais a mais, há esforços legislativos em tramitação que são merecedores de atenção, vez que já demonstram maturidade significativa, mas ainda carecem de debates.

Não se pode, de fato, a despeito ainda da ausência de regras precisas e, a despeito do atual estado de tramitação no parlamento brasileiro a respeito das modalidades de IA (Siau, Wang, 2020, p. 84), retroceder quando se trata da saúde dos pacientes e, em outro giro, da população em geral. Afirma-se, nessa medida, de modo particular, os princípios orientadores, dentre eles, o princípio da dignidade da pessoa humana, que, em síntese, perfazem os fundamentos da República Federativa do Brasil.

A inexplicabilidade da IA diagnóstica (Liu *et al.*, 2020), além de ferir a proposição normativa do artigo 20 da Lei geral de proteção de dados (LGPD), impossibilita o seu emprego apropriado ao contexto brasileiro emoldurado pela CF/88, podendo dificultar a adoção dessa tecnologia por médicos e demais profissionais da área da saúde, vez que, em regra, são objeto de transferência de dados para outros países, inclusive, na medida em que causam uma insegurança no manejo e, sobretudo, em relação às consequências (Cha *et al.*, 2019).

Diante disso, é necessário reorganizar os princípios éticos e as normas jurídicas voltadas para a regulamentação da inteligência artificial, além de compreender a relação destes princípios éticos com os módulos aplicados especificamente à saúde. Princípios éticos, deve-se ressaltar, expressam uma certa consonância em torno

de uma matéria e, no tocante ao tema em relevo, são declarações de dever ou de responsabilidade em relação ao desenvolvimento, à implementação e à avaliação contínua de módulos de IA (WHO, 2021), resguardando-se a centralidade humana em face das soluções maquínicas.

## **SÍNTESE CONCLUSIVA**

O que se intentou foi identificar – à luz da teoria dos direitos humanos e fundamentais consagrados na Ordem constitucional brasileira, notadamente das novas acepções do direito à saúde e da proteção de dados pessoais – o impacto do emprego dos módulos de IA diagnóstica no cotidiano e da exponencial digitalização no concernente à proteção e à promoção da saúde, mapeando os principais problemas e os desafios daí decorrentes, bem como as pautas e as condições de exequibilidade para o efetivo enfrentamento e a eventual superação dos atuais desafios no âmbito de um marco jurídico de múltiplos níveis.

Para tanto, não custa lembrar que a governança algorítmica pode ser integrada por meio de: políticas públicas, marcos regulatórios, diretrizes éticas, negociação de auditoria e supervisão e colaboração entre diferentes partes e representantes da sociedade civil. Afirma-se que os instrumentos de governança algorítmica buscam assegurar que os módulos de IA sejam acompanhados, desenvolvidos, implementados e empregados de maneira ética, transparente, justa, solidária e responsável. Assim, garantindo que sejam compreensíveis e que as decisões tomadas por eles sejam explicáveis, estabelecendo mecanismos de controle e de monitoramento aptos para responsabilizar os atores envolvidos no desenvolvimento, implementação e uso, durante todo o seu ciclo de vida, incluindo as questões de viés algorítmico não facilmente identificáveis. Desta feita, assegurando, IA justa, segura, robusta e confiável, sobretudo em áreas estratégicas como a saúde.

Entende-se que as estratégias de governança devem assegurar que as aplicações de IA respeitem a privacidade das pessoas, consonante com as leis e regulamentos de proteção de dados, devendo ser instrumentos de políticas públicas que não somente não perpetuem ou ampliem as desigualdades existentes, mas, sobretudo atuem afirmativamente em desenviesamento e, assim, promovendo a igualdade de oportunidades. E, nesse sentido, deve-se reafir-

mar, devem pautar como essencial a realização de avaliação e de monitoramento contínuo, permitindo ajustes e correções conforme necessário.

Em síntese, os módulos de IA devem servir para assegurar o livre desenvolvimento da personalidade e, nesse sentido, devem ser desenvolvidos e aplicados em um passo a passo auditável com base na confluência dos princípios da prevenção e da precaução e, dessa forma, alinhados com a esperança e com a responsabilidade para a devida concretização dos direitos humanos e fundamentais em vigor.

As IAs estão sendo profusamente aplicadas na saúde, tornando-se uma opção de sobrevivência em face do cenário atual e do porvir. No que tange à explicabilidade e à transparência relacionada à IA aplicada à saúde, existe uma especial preocupação em compreender e expressar em linguagem clara, adequada, suficiente e inequívoca quais as razões que levaram o módulo a recomendar determinada terapêutica ou conduta e, em vista disso, quais as razões que levaram ao módulo de IA a chegar à conclusão (OCDE, 2019).

Para a compreensão dos motivos da decisão algorítmica, é necessário desvendar a sequência de passos lógicos tomados pelo módulo de IA (Freitas; Freitas, 2020, p. 79) até chegar ao resultado sugerido, bem como no que diz respeito aos conjuntos de dados que foram utilizados. Destaca-se nessa altura a existência de marcos legislativos em vigor e em tramitação que já servem como uma espécie de balizamento para a compreensão do tema aqui exposto. Nessa perspectiva, grifa-se o PL 2338 em tramitação e que apresenta pontos relevantes no que diz respeito a uma abordagem baseada na proteção de direitos e no escalonamento de riscos. No caso da saúde, entende-se, em regra, consistir em aplicações de alto risco e, conseqüentemente deve ser aplicado regime mais rigoroso.

De qualquer sorte, a análise percuciente da complexidade da regulação das aplicações de IA e o emprego de decisão maquínica na área da saúde, envolve a participação ativa e cidadã tanto dos profissionais de saúde, dos pacientes quanto de todos que perfazem a cadeia de agentes responsáveis, vez que se trata de uma questão de cidadania digital. Dito isto, entende-se que toda e qualquer inovação, particularmente na área da saúde, deve ser alinhada a um *design* político-ético-jurídico que traduza, transcreva e manifeste tanto a responsabilidade, a solidariedade quanto a esperança em um contexto que se paute na precaução e na prevenção a fim de assegurar a centralidade do humano. Para tanto, urge, de modo global e equân-

nime, investir na Humanidade como um projeto em construção e de natureza prioritária para garantia da efetiva sustentabilidade.

## REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, Flávia. Estudo mostra desproporção entre população e número de médicos: em todas as especialidades há desigualdade de distribuição nos Estados. **Agência Brasil**, 12 set. 2023. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2023-09/estudo-mostra-desproporcao-entre-populacao-e-numero-de-medicos>. Acesso em: 12 dez. 2023.
- ALBUQUERQUE, Manoela. Dados brasileiros podem apoiar o uso responsável de IA para diagnóstico na América Latina. **MIT Technology Review**, 18 maio 2022. Disponível em: <https://mittechreview.com.br/dados-brasileiros-podem-apoiar-u-so-responsavel-de-ia-para-diagnostico-na-america-latina/>. Acesso: 2 set. 2022.
- ABELIN, Caroline. ChatGPT e LLaMA podem ajudar a salvar a vida de grávidas, **MIT Technology Review**, 3 nov. 2023. Disponível em: <https://mittechreview.com.br/chatgpt-e-llama-podem-ajudar-a-salvar-a-vida-de-gravidas/>. Acesso em: 10 dez. 2023.
- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Anvisa). TCU: Agência é destaque em grupo de estudos. Anvisa, 1 jul. 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/Anvisa/pt-br/assuntos/noticias-Anvisa/2019/tcu-agencia-e-destaque-em-grupo-de-estudos>. Acesso em: 2 jul. 2023.
- BÄCHLE, Thomas Christian. **Digitales Wissen, Daten und Überwachung: zur Einführung**. Hamburg: Junius, 2016.
- BENANTI, Paolo. Inteligência Artificial e ética: um estado da arte. **Instituto Humanitas Unisinos**, 7 ago. 2019. Disponível em: <https://www.ihu.unisinos.br/categorias/591436-inteligencia-artificial-e-etica-um-estado-da-arte-artigo-de-paolo-benanti>. Acesso em: 11 dez. 2023.
- BENANTI, Paolo. **Oráculos**: entre a ética e governança dos algoritmos. Tradução de Luisa Rabolini. São Leopoldo: Unisinos, 2020.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Biblioteca de sangue, tecidos, células e órgãos**. Brasília: Ministério da Saúde, 2023a. Disponível em: <https://www.gov.br/Anvisa/pt-br/assuntos/regulamenta>

- cao/legislacao/bibliotecas-tematicas/arquivos/sangue. Acesso em: 23 out. 2023.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Conselho Nacional de Saúde lança campanha de combate à desinformação**. Brasília: Ministério da Saúde, 2023b. Disponível em: <https://conselho.saude.gov.br/ultimas-noticias-cns/3052-saude-sem-boato-conselho-nacional-de-saude-cns-lanca-campanha-de-combate-a-desinformacao> Acesso em: 21 nov. 2023.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Estratégia de Saúde Digital para o Brasil 2020-2028**. Brasília: Ministério da Saúde, 2020. Disponível em: [https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/estrategia\\_saude\\_digital\\_Brasil.pdf](https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/estrategia_saude_digital_Brasil.pdf). Acesso em: 23 nov. 2023.
- BRASIL. Ministério Público Federal. Vara Federal da Seção Judiciária do Distrito Federal. **Ação Civil Pública movida por Ministério Público Federal contra União**. Brasília, 31 jul. 2019. Disponível em: <https://www.mpf.mp.br/df/sala-de-imprensa/docs/inicial-acp-serv-inss.pdf>. Acesso em: 6 dez. 2023.
- BRASIL. Senado Federal. **PEC que viabiliza pagamento do piso da enfermagem vai à promulgação**. Brasília: Senado Federal, 2022. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2022/12/20/pec-que-viabiliza-pagamento-do-piso-da-enfermagem-vai-a-promulgacao>. Acesso em: 11 dez. 2023.
- BRASIL. **Lei Complementar nº 182, de 1º de junho de 2021**. Institui o marco legal das startups e do empreendimento inovador; altera a Lei nº 6.404, de 15 de dezembro de 1976, e a Lei Complementar nº 123, de 14 de dezembro de 2006. Brasília: Presidência da República, 2023. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/lcp/lcp182.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/lcp182.htm). Acesso em: 1 dez. 2023.
- BRASIL. **Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018**. Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD). Brasília: Presidência da República, 2023. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2018/lei/l13709.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/l13709.htm). Acesso em: 12 dez. 2023.
- BRASIL. **Lei nº 14.510, de 27 de dezembro de 2022**. Altera a Lei nº 8.080, de 19 de setembro de 1990, para autorizar e disciplinar a prática da telessaúde em todo o território nacional, e a Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015; e revoga a Lei nº 13.989, de 15 de abril de 2020. Brasília: Câmara dos Deputa-



- dos, 2023. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2022/lei-14510-27-dezembro-2022-793576-publicacaooriginal-166678-pl.html>. Acesso em: 20 nov, 2023.
- BROWNE, Simone. **Dark Matters: On the Surveillance of Blackness**. Durham, NC, EUA: Duke University Press, 2015.
- BUCCI, Eugenio. **Incerteza, um ensaio**: como pensamos a ideia que nos desorienta (e orienta o mundo digital). Belo Horizonte: Autêntica, 2023. p. 34-35.
- BURLE, Caroline; CORTIZ, Diogo. **Mapeamento de princípios de inteligência artificial**. São Paulo: CEWEB/NIC/CGI, 2023. Disponível: <https://ceweb.br/publicacoes/mapeamento-de-principios-de-inteligencia-artificial>. Acesso em: 21 nov. 2023.
- CELLA, José Renato Gaziero; COPETTI, Rafael. Compartilhamento de dados pessoais e a administração pública brasileira. **Revista de Direito, Governança e Novas tecnologias**. São Luis, MA, v. 3, p. 39-58, jul./dez. 2017.
- CHILE. Corte Suprema de Chile. **Insight case, 2023**. Disponível em: [https://drive.google.com/file/d/1wX2fUrBDTl3B1W\\_IK\\_DUOCC7neQS6Hhu/view](https://drive.google.com/file/d/1wX2fUrBDTl3B1W_IK_DUOCC7neQS6Hhu/view) Acesso em: 21 ago. 2023.
- CHA, Dongchul *et al.* Automated diagnosis of ear disease using ensemble deep learning with a big otoendoscopy image database. **EBioMedicine**, v. 45, p. 606-614, 2019. Disponível em: [https://www.thelancet.com/journals/ebiom/article/PIIS2352-3964\(19\)30431-1/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/ebiom/article/PIIS2352-3964(19)30431-1/fulltext). Acesso em: 26 ago. 2023.
- COMISSÃO EUROPEIA. Abordagem europeia da inteligência artificial. **Shaping Europe's digital future**, 2023a. Disponível em: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/pt/policies/european-approach-artificial-intelligence>. Acesso em: 1 dez. 2023.
- COMISSÃO EUROPEIA. Declaração dos dirigentes do G7 sobre o processo de IA Hiroxima. **Policy and Legislation**, 30 out. 2023b. Disponível em: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/pt/library/g7-leaders-statement-hiroshima-ai-process>. Acesso em: 11 dez. 2023.
- CONSELHO FEDERAL DE MEDICINA. Resolução CFM nº 2.314/2022. Define e regulamenta a telemedicina, como forma de serviços médicos mediados por tecnologias de comunicação. **CFM**, 2022. Disponível em: <https://sistemas.cfm.org.br/normas/visualizar/resolucoes/BR/2022/2314>. Acesso em: 21 nov. 2023.

- COLL, Liana. Software pode diagnosticar câncer de pele com precisão de 86%. **Jornal da Unicamp**, 20 jan. 2020. Disponível em: <https://www.unicamp.br/unicamp/ju/noticias/2020/01/20/software-pode-diagnosticar-cancer-de-pele-com-precisao-de-86> Acesso em: 27 out. 2023.
- DISTRITO. Health Tech Report 2023. **Distrito**, 2023. Disponível em: <https://7735036.fs1.hubspotusercontent-na1.net/hubfs/7735036/health23-1610.pdf>. Acesso em: 23 nov, 2023.
- DOMINGOS, Pedro. **O algoritmo mestre**: como a busca pelo algoritmo de machine learning definitivo recriará nosso mundo. Trad. Aldir José Coelho Correa da Silva. São Paulo: Novatec, 2017. p. 29.
- EDGE FÓRUM DE INFORMÁTICA, STRATUS JAPÃO (EDGE). História e Evolução da Automação de Fábrica – Da Automação Simples ao Uso Eficaz da Informação. **Stratus Blog**, 22 mar. 2021. Disponível em: <https://blog.stratus.com/br/history-and-evolution-of-industrial-automation/>. Acesso em: 21 nov. 2023.
- FERREIRA, Fábio. Os 23 princípios de Asilomar. **Deviante**, 14 maio 2018. Disponível em: <https://www.deviante.com.br/noticias/ciencia/os-23-principios-de-asilomar/>. Acesso em: 11.12. 2023.
- FLORIDI, Luciano. COWLS, Josh. A Unified Framework of Five Principles for AI in Society. **Harvard Data Science Review**, n. 1.1, 1 jul. 2019. Disponível em: <https://hdsr.mitpress.mit.edu/pub/10jsh9d1/release/7>. Acesso em: 30 set. 2021.
- FRAZÃO, Ana; CARVALHO, CARVALHO, Angelo Prata; MILANEZ, Giovanna. **Curso de proteção de dados pessoais**: fundamentos da LGPD. Rio de Janeiro: Forense, 2022.
- FREITAS, Juarez; FREITAS, Thomas Bellini. **Direito e inteligência artificial**: em defesa do humano. Belo Horizonte: Fórum, 2020.
- GARCIA, Marina Stefania Mendes Pereira; GONÇALVES, Alessandro Marcus da Silva. Estudo aplicado do sistema de saúde na Europa. **Intr@ciência**, n. 19, p. 1-8, jun. 2020. Disponível em: [https://uniesp.edu.br/sites/\\_biblioteca/revistas/20200522114349.pdf](https://uniesp.edu.br/sites/_biblioteca/revistas/20200522114349.pdf). Acesso em: 23 nov. 2023.
- GERMANY. **Die Bundesregierung**: KI – Nationale Strategie für Künstliche Intelligenz AI Made in Germany. 2023. Disponível em: <https://www.ki-strategie-deutschland.de/home.html>. Acesso em: 23 nov. 2023.

- GREEN 4T. Os desafios da saúde digital em 2023. **Green 4T**, 1 fev. 2023. Disponível em: <https://www.green4t.com/insights/os-desafios-da-saude-digital-em-2023/>. Acesso em: 11 dez. 2023.
- GRUPO BRASILEIRO DE ONCOLOGIA TORÁCICA. Inteligência Artificial antecipa diagnóstico do câncer de pulmão. **Grupo Brasileiro de Oncologia Torácica**, 24 abr. 2023. Disponível em: <https://www.gbot.med.br/inteligencia-artificial-antecipa-diagnostico-do-cancer-de-pulmao>. Acesso em: 12 dez. 2023.
- GUNNING, David *et al.* XAI—Explainable artificial intelligence. **Science Robotics**, v. 4, n. 37, 2019. Disponível em: <https://www.science.org/doi/10.1126/scirobotics.aay7120>. Acesso em: 1 out. 2021.
- GUTIERREZ, Andriei. É possível confiar em um sistema de inteligência artificial? Práticas em torno da melhoria da sua confiança, segurança e evidências de accountability. *In*: FRAZÃO, Ana; MULHOLLAND, Caitlin. **Inteligência Artificial e Direito**. 2. ed. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2020.
- HOFFMANN-RIEM, Wolfgang. Inteligência artificial como oportunidade para a regulação jurídica. **Direito Público**, Porto Alegre; Brasília, n. 90, p. 16-18, nov./dez. 2019.
- INDEX MUNDI. **Mapa Comparativo entre Países**: densidade de médicos – mundo. Disponível em: <https://www.indexmundi.com/map/?v=2226&l=pt>. Acesso em: 11 dez. 2023.
- INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION (IBM). What is explainable AI? **IBM**, 2023. Disponível em: <https://www.ibm.com/topics/explainable-ai>. Acesso em: 10 dez. 2023.
- ITFORUM. Brasil responde por quase metade dos dados vazados no mundo, **ITForum**, 19 maio 2023. Disponível em: <https://itforum.com.br/noticias/brasil-dados-vazados-mundo/>. Acesso em: 1 dez. 2023.
- KAWANO, Daniel Fábio *et al.* Acidentes com os medicamentos: como minimizá-los? **Rev. Bras. Cienc. Farm**, v. 42, n. 4, p. 487-495, dez. 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcf/a/MhD78f9B9vFLyDSZqBsMx8n/?lang=pt#>. Acesso em: 12 dez. 2023.
- LIU, Yuan *et al.* A deep learning system for differential diagnosis of skin diseases. **Nature medicine**, v. 26, n. 6, p. 900-908, 2020.

- Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41591-020-0842-3>. Acesso em: 26 ago. 2023.
- LOTTENBERG, Claudio; SILVA, Patrícia Ellen; KLAJNER, Sidney. **A revolução digital na saúde**: como a inteligência artificial e a internet das coisas tornam o cuidado mais humano, eficiente e sustentável. São Paulo: Editora dos editores, 2019.
- MAUES, Antonio Moreira. **O desenho constitucional da desigualdade**. São Paulo: Tirant lo Blanch, 2023.
- MARITACA AI. **MariTalk chatbot baseado em LLM e treinado para atender as necessidades do Brasil**. Disponível em: <https://www.maritaca.ai/>. Acesso em: 12 dez. 2023.
- MIOTTO, Riccardo *et al.* Deep learning for healthcare: review, opportunities and challenges. **Briefings in bioinformatics**, v. 19, n. 6, p. 1236-1246, 2017. Disponível em: <https://academic.oup.com/bib/article/19/6/1236/3800524>. Acesso em: 27 ago. 2023.
- MOTA, Paulo. Os desafios pendentes na regulamentação da Inteligência Artificial na União Europeia. **Forbes**, 24 nov. 2023. Disponível em: <https://www.forbespt.com/opiniao/os-desafios-pendentes-na-regulamentacao-da-inteligencia-artificial-na-uniao-europeia/>. Acesso em: 9 dez. 2023.
- NIDA-RÜMELIN, Julian. **Digitaler Humanismus**: Eine Ethik für das Zeitalter der künstlichen Intelligenz. München: Piper, 2018.
- O PANOPTICO. **Monitor de novas tecnologias na segurança pública do Brasil**. Disponível em: <https://www.opanoptico.com.br/#mapa>. Acesso em: 13 dez. 2023.
- ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE. Assembleia Geral da ONU declara 2021-2023 como Década do Envelhecimento Saudável. **OPAS**, 14 dez. 2020. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/noticias/14-12-2020-assembleia-geral-da-onu-declara-2021-2030-como-decada-do-envelhecimento>. Acesso em: 21 nov. 2023.
- ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO (OCDE). Recommendation of the Council on Artificial Intelligence. **OCDE Legal Instruments**, 21 maio 2019. Disponível em: <https://legalinstruments.oecd.org/en/instruments/OECD-LEGAL-0449> Acesso em: 1 out. 2021.
- PEIXOTO, Fabiano Hartmann; SILVA, Roberta Zumblick Martins da. **Inteligência artificial e direito**. Curitiba: Alteridade, 2019.

- PEEL, Michael. IA identifica até 13% mais casos de câncer de mama do que médicos, segundo estudo. **Folha de São Paulo**, 22 nov. 2023. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/ciencia/2023/11/ia-identifica-ate-13-mais-casos-de-cancer-de-mama-do-que-medicos-segundo-estudo.shtml> Acesso em: 12 dez. 2023.
- RAMGE, Thomas. **Mensch undmaschine**: wie künstliche Intelligenz und Roboter unser Leben verändern. Stuttgart: Reclam, 2019.
- RYDLEWSKI, Carlos. Computação sem fronteiras. **Caldeirão de Ideias**, [s.l.], 2 jul. 2010. Disponível em: <https://caldeiraodeideias.wordpress.com/2010/07/02/computacao-sem-fronteiras/>. Acesso em: 10 dez. 2023.
- ROSO, Larissa. Inteligência artificial auxilia no diagnóstico ultraprecoce de câncer de pulmão. **GaúchaZH**, 30 jul. 2021. Disponível em: <https://gauchazh.clicrbs.com.br/saude/noticia/2021/07/inteligencia-artificial-auxilia-no-diagnostico-ultraprecoce-de-cancer-de-pulmao-ckrqnyhf3006e0193nah5xa7i.html>. Acesso em: 1 out. 2022.
- SAAVEDRA, Giovani; ROTSCH, Thomas. **Compliance**. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2022.
- SALES, G. B.; MOLINARO, C. A. Questões tecnológicas éticas e normativas da proteção de dados pessoais na área da saúde em um contexto de big data. **Direitos Fundamentais & Justiça**, Porto Alegre, v. 13, p. 183-213, 2019.
- SCHWEIKART, Scott J. Who Will Be Liable for Medical Malpractice in the Future? How the Use of Artificial Intelligence in Medicine Will Shape Medical Tort Law. **Minnesota Journal of Law, Science & Technology**, v. 22, n. 2, p. 1, 2021. Disponível em: <https://scholarship.law.umn.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1497&context=mjlst>. Acesso em: 27 ago. 2023.
- SILVA, Claudio; KLAJNER, Patricia Ellen Sidney. **A revolução digital na saúde**: como a inteligência artificial e a internet das coisas tornam o cuidado mais humano, eficiente e sustentável. São Paulo: Editora dos editores, 2019. p. 21-39.
- SIAU, K.; WANG, W. Artificial Intelligence (AI) Ethics: Ethics of AI and Ethical AI. **Journal of Database Management**, v. 31, n. 2. p. 74-87, 2020.

- SULEYMAN, Mustafa. **A próxima onda:** inteligência artificial, poder e o maior dilema do século XXI. Trad. Alessandra Bonrruquer. Rio de Janeiro: Record, 2023.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE MEDICINA TROPICAL (SBMT). Revolução da inteligência artificial: uso na saúde traz novas possibilidades. **SBMT**, 10 maio 2023. Disponível em: <https://sbmt.org.br/revolucao-da-inteligencia-artificial-uso-na-saude-traz-novas-possibilidades/>. Acesso em: 12 dez. 2023.
- TAGIAROLI, Guilherme. Robôs para cuidar de idosos mais atrapalham do que ajudam, diz pesquisador. **Tilt UOL**, 17 mar. 2023. Disponível em: <https://www.uol.com.br/tilt/noticias/redacao/2023/03/17/robos-japao-cuidado-de-idosos.htm>. Acesso em: 2 dez. 2023.
- TEFFÉ, Chiara Spadaccini de. **Dados pessoais sensíveis:** qualificação, tratamento e boas práticas. São Paulo: Foco, 2022.
- TEIXEIRA, João de Fernandes. **Filosofia do cérebro**. São Paulo: Paulus, 2012.
- THE ETHICS CENTRE. **Ethical by Design:** principles for good technology. set. 2018. Disponível em: <https://ethics.org.au/ethical-by-design/#download-copy>. Acesso em: 20 ago. 2023.
- THIEME, Anja; BELGRAVE, Danielle; DOHERTY, Gavin. Machine Learning in Mental Health: A Systematic Review of the HCI Literature to Support the Development of Effective and Implementable ML Systems. **ACM Transactions on Computer-Human Interaction**, v. 27, n. 5, ago. 2020. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/3398069>. Acesso em: 12 dez. 2023.
- TRANSPARÊNCIA BRASIL. **Recomendações de governança:** uso de inteligência artificial pelo poder público. São Paulo: Transparência Brasil, 2020. Disponível em: [https://www.transparencia.org.br/downloads/publicacoes/Recomendacoes\\_Governanca\\_Usa\\_IA\\_PoderPublico.pdf](https://www.transparencia.org.br/downloads/publicacoes/Recomendacoes_Governanca_Usa_IA_PoderPublico.pdf). Acesso em: 10 dez. 2023.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL (UFRGS). **TelessaúdeRS**. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/telessauders/>. Acesso em: 11 dez. 2023.
- UNESCO. Ética da Inteligência Artificial (IA) no Brasil. **Unesco Brasília**, 15 mar. 2023. Disponível em: <https://www.unesco.org/pt/fieldoffice/brasil/expertise/artificial-intelligence-brazil>. Acesso em: 21 nov. 2023.

- UNITED NATIONS. **UN 2023 Water Conference**, mar. 2023. Disponível em: <https://sdgs.un.org/conferences/water2023>. Acesso em: 21 set. 2023.
- UNITED NATIONS. Perspectiva Global Reportagens Humanas. **Envelhecimento**. Disponível em: <https://news.un.org/pt/tags/envelhecimento> Acesso em: 21 nov. 2023.
- UNITED NATIONS. Perspectiva Global Reportagens Humanas. **OMS quer que mundo antecipe desafios da saúde no pós-pandemia**. Publicado em: 13 de maio de 2023. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2023/05/1814652> Acesso em: 12 dez. 2023.
- UOL. Além de Israel: cinco países que estão em guerra em 2023: Etiópia, Sudão e Iêmen estão entre os listados. **UOL**, 25 out. 2023. Disponível em: [https://cultura.uol.com.br/noticias/62185\\_alem-de-israel-quatro-paises-que-estao-em-guerra-em-2023.html](https://cultura.uol.com.br/noticias/62185_alem-de-israel-quatro-paises-que-estao-em-guerra-em-2023.html). Acesso em: 11 dez. 2023.
- VALLANCE, Chris. EU safety laws start to bite for TikTok, Instagram and others. **BBC**, 25 ago. 2023. Disponível em: <https://www.bbc.com/news/technology-66604929>. Acesso em: 10 dez. 2023.
- VALERIO NETO, Antonio; BERTON, Lilian; TAKAHATA, Andre Kazuo. **Ciência de dados e a inteligência artificial na área da saúde**. São Paulo: Editora dos Editores, 2021.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Ethics and governance of artificial intelligence for health**: WHO guidance. Geneva: WHO, 2021. p. 23. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/rest/bitstreams/1352854/retrieve>. Acesso em: 1 out. 2021.
- ZHANG, Kang *et al.* Clinically applicable AI system for accurate diagnosis, quantitative measurements, and prognosis of COVID-19 pneumonia using computed tomography. **Cell**, v. 181, n. 6, p. 1423-1433. e11, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0092867420305511> Acesso em: 26 ago. 2021.





# **INSTRUMENTOS DE POLÍTICA PÚBLICA PARA A REDUÇÃO DE PLÁSTICOS DE USO ÚNICO EM EMBALAGENS DE ALIMENTOS: ANÁLISE DA POLÍTICA EUROPEIA E APLICAÇÃO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NOS PROCESSOS DE RECICLAGEM**

*Flávia Trentini<sup>1</sup>*  
*Ana Heloisa Milani Coelho<sup>2</sup>*

## **INTRODUÇÃO**

O uso de objetos de plástico é indissociável da vida cotidiana nos dias atuais. O baixo custo de produção aliado à sua versatilidade e às inúmeras funcionalidades que podem ser atribuídas ao material consolidaram o uso do plástico nos mais variados artigos, desde utensílios domésticos de uso no dia a dia, até aplicações essenciais em indústrias e outros setores da economia. No entanto, o uso massivo desses objetos, associado a um ciclo de vida linear e de curta duração e ao seu descarte inadequado, é nocivo ao meio ambiente e à saúde humana.

Dentre os objetos de plástico, um grupo destaca-se quanto ao seu potencial nocivo: os plásticos de uso único (PUU). Como o

---

1 Professora Associada do Departamento de Direito Privado e de Processo Civil da Faculdade de Direito de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (USP) e do Programa de Mestrado da mesma instituição. Possui doutorado em Direito pela Universidade de São Paulo, Pós-doutorado realizado na Scuola Superiore Sant'Anna di Studi Universitari e Perfezionamento (SSSUP) Pisa-Itália, com bolsa Fapesp e Pós-Doutorado em Administração/Economia das Organizações (FEA/USP). É Livre Docente em Direito Agrário pela FDRP-USP (2018). Atua na área de Direito Privado, com ênfase em Direito Agroambiental e Direito Agroalimentar. Realiza atividades de pesquisa e de extensão principalmente ligadas aos temas: desenvolvimento rural sustentável, biocombustíveis, propriedade industrial e alimentação.

2 Pesquisadora do Programa Unificado de Bolsas (PUB) 2022/2023 pela Faculdade de Direito de Ribeirão Preto – Universidade de São Paulo.

próprio nome sugere, esses objetos de plástico são utilizados uma única vez – ou por um curto período de tempo – e descartados no ambiente, geralmente de maneira inapropriada e em desacordo com os princípios de economia circular. Segundo o Plastic Waste Makers Index, elaborado pela Minderoo Foundation (2023) com dados coletados até o ano de 2021, há cerca de 139 milhões de toneladas de resíduos de plásticos de uso único no meio ambiente, sendo que a taxa de reciclagem desses materiais não ultrapassou o percentual de 15% nos últimos trinta anos.

Ainda de acordo com dados da Minderoo Foundation (2023), das 139 milhões de toneladas de resíduos de plástico de uso único atualmente existentes no planeta, 15 milhões de toneladas são provenientes de embalagens de alimentos. Esses números fazem com que as embalagens de alimentos figurem entre as categorias que representam as maiores fontes de geração de resíduos de plástico de uso único.

Em vista da redução desses impactos ambientais, em 2015 a União Europeia deu início ao Plano de Ação para a Economia Circular, o qual previa 54 ações com o objetivo de desenvolver uma economia com eficiência de recursos e neutralidade de geração de carbono, além de impulsionar a geração de emprego (COM/2015/614). Em 2020, foi desenvolvido um Novo Plano de Ação para a Economia Circular, no qual a Comissão Europeia reconhece o potencial das tecnologias digitais, dentre elas a inteligência artificial para o alcance de uma economia mais circular (COM/2020/98).

Inicialmente, este artigo apresentará os conceitos de economia circular, de plástico de uso único, de inteligência artificial e a aplicação desses conceitos no contexto desse estudo. Em seguida, será analisado o uso de plástico de uso único em embalagens de alimentos, principalmente quanto à geração de resíduos nocivos ao meio ambiente e as dificuldades de gestão desses resíduos. Ainda nesse momento, será apresentada a opção da política europeia de uniformização de tecnologias de reciclagem e as vantagens do uso de inteligência artificial nos processos de reciclagem. Logo após, serão apresentadas e classificadas as políticas públicas de incentivo para a redução de geração e descarte inadequado de resíduos de plásticos provenientes de embalagens de alimentos adotadas pela União Europeia (UE). Por fim, serão expostos os resultados deste estudo.

Este artigo possui como objetivo geral identificar os instrumentos de política pública idealizados e/ou adotados pela União Europeia para incentivar a redução dos resíduos de plásticos de uso

único provenientes de embalagens de alimentos e a importância do uso de inteligência artificial para aplicação prática dessas medidas.

Como objetivos específicos, busca-se identificar, descrever e classificar, dentre os instrumentos de política pública idealizados e/ou adotados pela UE, quais são incentivos restritivos, incentivos econômicos, incentivos fiscais, incentivos educacionais, incentivos de acessibilidade e atratividade dos produtos sustentáveis, incentivos reparadores e incentivos de responsabilização econômica. Ainda, pretende-se apresentar as vantagens do uso de inteligência artificial para os processos de gestão de resíduos sólidos. Por fim, este artigo pretende analisar, através de aspectos práticos e experiências já vivenciadas pelos países europeus, tais instrumentos de políticas públicas, a fim de listar as principais estratégias adotadas para redução da geração de resíduos de plástico de uso único provenientes de embalagens de alimentos.

Para o desenvolvimento deste artigo, foi utilizado o método de revisão documental normativa sistemática. O método de revisão sistemática, conforme apontado por Costa e Zoltowski (2014), consiste em uma técnica de levantamento, coleta e análise de dados que divide o processo de pesquisa em diversas etapas, cada qual seguindo critérios pré-estabelecidos, com o objetivo de organizar todos os – ou o maior número possível de – documentos sobre determinado assunto, independente do viés ideológico do autor da revisão. Para tal, os autores dividem o processo de pesquisa em oito fases, as quais foram adotadas neste artigo.

A primeira fase consiste na delimitação da questão a ser pesquisada. Após um contato geral com o assunto de economia circular e plásticos de uso único, foi possível definir o tema a ser pesquisado e elaborar as perguntas norteadoras da pesquisa, sendo elas: (i) quais os instrumentos de políticas públicas adotados pela UE incentivam a redução do uso de plásticos de uso único em embalagens de alimentos? (Pergunta principal); (ii) quais desses instrumentos se classificam como incentivos econômicos, tributários ou restritivos?; e (iii) qual a medida mais eficiente para promoção da redução de geração de resíduos de plástico de uso único decorrentes de embalagens de alimentos?

Com a questão de pesquisa elaborada, passou-se à segunda fase que consiste na escolha da base de dados para pesquisa bibliográfica. Para escolha da base de dados, foram levados em consideração dois pontos principais: (i) a intenção de realizar uma revisão documental normativa sistematizada de legislações que abrangem o

tema de pesquisa; e (ii) a União Europeia (UE) apresenta o arcabouço legislativo mais avançado sobre o tema de pesquisa. Dessa forma, ficou estabelecido que seria utilizado o site EUR-Lex como base de dados, vez que ele apresenta um compilado de todos os movimentos legislativos da UE.

Em seguida, foi elaborada uma estratégia de busca na base de dados escolhida – contemplando assim a terceira e quarta fases da revisão sistemática definidas por Costa e Zoltowski (2014). Nesse momento, optou-se por dividir a pesquisa quatro etapas, sendo que a primeira delas considerou o período de data dos documentos de 01/01/2000 até 31/12/2010, a segunda considerou o período de data dos documentos de 01/01/2011 até 31/12/2015, a terceira considerou o período de 01/01/2016 até 31/12/2020 e a quarta etapa o período compreendido entre 01/01/2021 e 01/06/2023. Dividir o período de busca em quatro etapas foi uma estratégia utilizada para poder comparar o avanço da legislação europeia sobre o assunto no decorrer dos anos.<sup>3</sup>

Com a estratégia e busca definida, deu-se início a fase de seleção preliminar dos documentos após a leitura dos seus títulos e disposições introdutórias, de acordo com os critérios de inclusão e exclusão.<sup>4</sup> A partir dessa seleção preliminar, dos 81 documentos encontrados na primeira etapa da pesquisa – com período de busca entre 2000 e 2010 –, um foi considerado relevante para o estudo; dos 82 resultados encontrados na segunda etapa da pesquisa – com período de busca entre 2011 e 2015 –, 5 foram considerados relevantes para o estudo; dos 229 resultados encontrados na terceira etapa da pesquisa – com período de busca entre 2016 e 2020 –, 18 foram considerados relevantes para o estudo; e, por fim, dos 208 resultados encontrados na quarta e última etapa da pesquisa – com período de busca entre 2021 e junho de 2023 –, 10 foram considerados relevan-

---

3 Os demais campos de busca se mantiveram constantes nas quatro etapas mencionadas e foram: Domain: All; Date: Date of document; Results containing: “single-use plastic product” In title and text AND Results containing: “food packaging” In title and text; Search language: English. Foi optado por realizar a pesquisa utilizando a língua inglesa, haja vista que, quantitativamente, os resultados encontrados se mostraram superiores àqueles encontrados quando a pesquisa foi realizada na língua portuguesa.

4 Nesta fase, levou-se em consideração os seguintes critérios de inclusão: (i) o documento deve estar relacionado ao tema “plásticos de uso único”; e/ou (ii) o documento deve estar relacionado ao tema “economia circular”; e/ou (iii) o documento deve estar relacionado ao tema “uso de plástico em embalagens de alimentos”; e os seguintes critérios de exclusão: (i) documentos duplicados; e (ii) documentos escritos em língua diferente da língua portuguesa ou da língua inglesa.

tes para o estudo. Dessa forma, a seleção preliminar elegeu 34 publicações legislativas europeias, que variam entre propostas legislativas, comunicações, decisões de execução, estudos, revisões etc, relevantes para o estudo da política europeia sobre o uso de plásticos de uso único em embalagens de alimentos.

Em seguida, procedeu-se à extração de dados dos documentos selecionados na fase anterior, na sexta fase da pesquisa, conforme elaborado por Costa e Zoltowski (2014). Para isso, foram coletados (i) os objetivos da proposta legislativa; (ii) a localização temporal da legislação; (iii) o contexto em que foi publicado; (iv) os instrumentos de política pública adotados para redução da geração de plástico de uso único provenientes de embalagens de alimentos. Os dados coletados foram avaliados, sintetizados e interpretados – sétima e oitava fase da pesquisa – e as conclusões atingidas serão apresentadas no decorrer deste artigo.

## **CONCEITUALIZAÇÃO: ECONOMIA CIRCULAR, PLÁSTICOS DE USO ÚNICO, EMBALAGENS DE ALIMENTOS E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL**

O plástico é um material composto por polímeros, os quais podem ser naturais ou quimicamente modificados através do acréscimo de aditivos ou de outros componentes estruturais (DIRETIVA 2019/904/UE). O plástico formado por polímeros quimicamente modificados deriva do petróleo e foi descoberto em meados da década de 1950 pelos químicos Karl Ziegler e Giulio Natta, revolucionando toda a indústria produtora de utensílios de uso diário (CESE, JO C 283 de 10.8.2018, p. 61-68).

Essa descoberta, somada ao advento das revoluções industriais e à busca por eficiência produtiva, deram origem ao modelo econômico da economia linear, através do qual a cadeia de consumo se resume a extrair os recursos materiais do planeta, transformá-los em produtos, consumir esses produtos e descartá-los. Para sustentar a produção em larga escala era necessário também manter a circulação econômica em elevados patamares. Em vista disso, surgem o consumo de massa, a obsolescência programada e os modelos de uso único, através dos quais consolidou-se o entendimento de que após um determinado período de tempo – geralmente pequeno – os produtos perdem sua qualidade e valor inicial e devem ser descartados e substituídos por novos produtos (Gómez, 2022, p. 7).

É nesse momento histórico que os plásticos de uso único – também conhecidos como plásticos descartáveis – ganham espaço na rotina humana. Os plásticos de uso único, como o próprio nome sugere, são produtos fabricados e inseridos no mercado para serem utilizados uma única vez – ou por um curto período de tempo – e descartados no ambiente (CR, JO C 461 de 21.12.2018, p. 210-219). Eles se opõem aos produtos idealizados para perfazerem múltiplas rotações no mercado durante o seu ciclo de vida mediante a sua reutilização e reciclagem (DIRETIVA 2019/904/UE).

Atualmente, o plástico é um dos materiais mais importantes para a vida humana, tanto em termos econômicos como também devido às inúmeras funcionalidades que podem ser atribuídas a este material. As embalagens de plástico, por exemplo, sejam elas de uso único ou aquelas que perfazem múltiplas rotações no mercado, representam um importante avanço na indústria de embalagens de produtos alimentícios, uma vez que contribuem para a segurança alimentar e auxiliam na conservação dos alimentos, evitando o desperdício alimentar. (COM/2018/028 final).

No entanto, a manutenção de um sistema econômico linear associado a modelos de uso único acaba produzindo resíduos de plástico em larga escala, os quais, na maioria das vezes, são descartados incorretamente e acabam em aterros sanitários, lixões a céu aberto e, principalmente, no meio ambiente (COM/2013/0123). Essa fuga de plástico para o ambiente se reflete em maior escala nos mares, oceanos, lagos e rios. Os objetos de plástico de uso único são uma fonte significativa de lixo marinho, uma vez que podem ser difíceis de reciclar, são muitas vezes utilizados fora de casa, descartados incorretamente e sem a devida separação (COM/2018/028).

Além de serem responsáveis por praticamente toda poluição visível dos mares e oceanos, a qual varia de cerca de cinco a treze milhões de toneladas métricas por ano, os plásticos de uso único liberam micro e nano plásticos no ambiente marinho, os quais contaminam ecossistemas, impactando negativamente na vida selvagem marinha e na capacidade dos oceanos de armazenar carbono. Além disso, os aditivos químicos presentes nos plásticos de uso único já foram encontrados em humanos e são associados a uma série de problemas de saúde reprodutiva. Ademais, estima-se que se a produção de plásticos de uso único não for reduzida, ela pode gerar de 5% a 10% dos gases de efeito estufa mundiais até 2050 (Minderoo, 2023).

Como uma resposta aos problemas ambientais causados pela economia linear, surge, na década de 1970 e ganha relevância a partir da década de 1990, o modelo econômico circular. Esse modelo baseia-se no princípio de que os materiais fluem de maneira circular na cadeia de valor, ou seja, na economia circular os materiais são produzidos e reutilizados inúmeras vezes, e, após o descarte, sua vida útil ainda é prolongada pelo incentivo à reciclagem (Syberg *et al.*, 2022).

Esse modelo econômico reduz a extração de matéria prima e o consumo de energia, ao mesmo tempo que diminui a geração de resíduos, pois incentiva o consumo consciente e a reintegração de materiais utilizados à cadeia de valor através do reuso e da reciclagem, mantendo, assim, o consumo de recursos naturais dentro dos limites planetários de reposição (SWD/2023/306). Trata-se de um modelo regenerativo e restaurador, que caminha na contramão dos ideais de produção e consumo de massa, da obsolescência programada e dos modelos de uso único (Gómez, 2022, p. 7-8).

A União Europeia foi a pioneira a produzir documentos legislativos em prol da adoção do modelo econômico circular e da redução do uso de plásticos de uso único. Em 2013, a Comissão Europeia publicou o “LIVRO VERDE sobre uma estratégia europeia para os resíduos de plástico no ambiente” (COM/2013/0123) e em 2015 deu início ao “Plano de Ação para a Economia Circular” (COM/2015/614), através dos quais reconhecia a necessidade de revalorizar os resíduos de plástico conscientizando os consumidores para assim promover a redução do uso de plásticos descartáveis, a reutilização dos materiais, sua reciclagem, a redução das emissões de carbono e eficiência de utilização dos recursos naturais. A partir de então, o tema ganhou espaço na Comissão Europeia e foram produzidos diversos pareceres, comunicados e propostas de diretivas sobre Economia Circular e o impacto dos objetos de plástico no ambiente.

Em 2019 entrou em vigor a Diretiva 904 do Parlamento Europeu e do Conselho, relativa à redução do impacto de determinados produtos de plástico no ambiente, através da qual foi exposta a problemática acerca do uso de plásticos de uso único e quais os principais artigos de plástico encontrados nos oceanos, além de propor diversas medidas – econômicas, tributárias, restritivas, educacionais, reparadoras, de incentivo à acessibilidade e atratividade dos produtos sustentáveis e de responsabilização econômica – a fim de promover os ideais de economia circular e a redução da fuga de plásticos para o ambiente (DIRETIVA 2019/904/UE).

Entre os principais artigos de plástico de uso único encontrados no oceano indicados pela Diretiva 904/2019 estão as embalagens – ou recipientes – de alimentos. A diretiva entende por “embalagens de alimentos” todos os recipientes como caixas, com ou sem tampa, sacos e invólucros utilizados para conter alimentos: (i) destinados ao consumo imediato no local; (ii) destinados ao consumo imediato para viagem; (iii) consumidos a partir do recipiente; e (iv) prontos para consumo imediato, sem necessidade de qualquer tipo preparação suplementar. Não se incluem nessa definição recipientes para bebidas (DIRETIVA 2019/904/UE). Ainda, a Comunicação da Comissão 2021/C 216/01 (OJ C 216, 7.6.2021, p. 1–46) estabelece diversos exemplos e ilustrações do que deve e do que não deve ser considerado como embalagem de alimento para os fins da Diretiva 904/2019. Essa mesma definição será adotada neste artigo.

Em 2020 foi publicado o Novo Plano de Ação para a Economia Circular (COM/2020/98), através do qual foi atualizado o quadro estratégico de iniciativas voltadas para o desenvolvimento de um futuro ecológico baseado nos princípios da Economia Circular. Neste documento, a UE reconhece a importância das inovações trazidas pelas tecnologias digitais para a transição para uma Economia Circular, dentre as quais cita a inteligência artificial. No Livro Branco sobre a inteligência artificial a Comissão Europeia reconhece que a inteligência artificial pode ser utilizada em serviços de interesse público, tais como a gestão de resíduos (COM/2020/65).

De acordo com o grupo de peritos de alto nível sobre inteligência artificial (2020), nomeados pela Comissão Europeia para prestar aconselhamentos sobre sua estratégia de inteligência artificial:

Os sistemas de inteligência artificial (IA) são sistemas de software (e eventualmente também de hardware) concebidos por seres humanos, que, tendo recebido um objetivo complexo, atuam na dimensão física ou digital percebendo o seu ambiente mediante a aquisição de dados, interpretando os dados estruturados ou não estruturados recolhidos, raciocinando sobre o conhecimento ou processando as informações resultantes desses dados e decidindo as melhores ações a adotar para atingir o objetivo estabelecido. Os sistemas de IA podem utilizar regras simbólicas ou aprender um modelo numérico, bem como adaptar o seu comportamento mediante uma análise do modo como o ambiente foi afetado pelas suas ações anteriores (COM/2020/65).



Apesar de adotar a definição apresentada pelo grupo de peritos de alto nível no Livro Branco sobre a inteligência artificial, a comissão europeia reconhece a necessidade de se elaborar uma definição clara e unificada do conceito de inteligência artificial para efeitos do referido livro branco e de futuras legislações a serem elaboradas sobre o assunto (COM/2020/65).

## **O USO DE PLÁSTICOS DE USO ÚNICO EM EMBALAGENS DE ALIMENTOS**

O plástico conquistou grande espaço na vida cotidiana da sociedade atual, desempenhando papel fundamental para o desenvolvimento do setor de embalagens de alimentos. No Brasil, o setor alimentício é o segundo maior setor consumidor de plásticos, representando 21,9% de todo o consumo nacional de plástico, atrás apenas do setor de construção civil, que representa 25,4% do consumo. Ainda, se analisarmos o ciclo de vida dos plásticos consumidos em cada setor, o setor alimentício é aquele que mais consome plásticos com ciclo de vida de até um ano, seguido pelo setor de bebidas, que representa 6% do consumo de plásticos nacionais (Abiplast, 2022).

Dentre os plásticos com ciclo de vida de até um ano estão os plásticos de uso único. Esse tipo de material representa uma opção prática, segura e econômica para embalar alimentos. A praticidade descrita acima deriva da versatilidade do plástico, ou seja, seu potencial de ter suas dimensões, formas e qualidades facilmente adaptadas para atender à necessidade de cada artigo que irá embalar. Essa versatilidade permite que as embalagens produzidas a partir do plástico tenham inúmeras funcionalidades e sejam, portanto, preferíveis em relação a embalagens constituídas de outros materiais (Mordor Intelligence, 2022).

Além disso, o uso de embalagens plásticas para embalar alimentos é uma opção segura porque, quando produzidos de acordo com as legislações sobre embalagens para entrar em contato com alimentos, as embalagens de plástico atuam conservando os alimentos que armazenam. Isso é benéfico para os consumidores porque garante que o produto que será consumido estará em bom estado de conservação e, ainda, porque evita o desperdício dos gêneros alimentícios, o que aumenta a disponibilidade desses produtos (COM/2018/028).

Por fim, trata-se de uma opção econômica devido ao baixo custo de produção do plástico quando comparada a outras opções mais sustentáveis (Mordor Intelligence, 2022). Ademais, em 2020, o setor de transformação de plásticos no Brasil foi o quarto maior empregador dentre os setores da indústria de transformação e o segundo com os melhores salários. Em 2022 o setor gerou 343.861 empregos e apresentou um faturamento total de R\$ 117,5 bilhões. Estima-se que a cada R\$ 1 milhão adicional de produção do setor de transformados plásticos são gerados 29 novos empregos no setor e há um aumento de R\$ 1,3 milhão no PIB brasileiro e de R\$ 3,35 milhões na produção total da economia (Abiplast, 2022).

Esses números, somados às Qualidades do material mencionadas acima, demonstram a importância da produção de plástico para a economia brasileira. No entanto, apesar das vantagens descritas acima, os plásticos, principalmente aqueles de uso único, são produtos com alto risco de fuga para o ambiente, independentemente da eficiência das medidas de gestão e reciclagem de resíduos. Estima-se que 95% do valor dos materiais das embalagens de plástico perde-se para a economia após um primeiro ciclo de utilização muito curto (COM/2018/028).

Essa impossibilidade de criar um mecanismo totalmente eficiente de coleta e reciclagem de resíduos implica na necessidade urgente de se pensar e produzir soluções sustentáveis (EESC NAT/742, 2018). É preciso compreender que o plástico é um material importante para a vida cotidiana da sociedade atual e não representa um problema intrinsecamente. No entanto, a forma abusiva como a sociedade gere seus resíduos, principalmente os resíduos plásticos, é prejudicial para o meio ambiente e para a saúde humana e, portanto, deve ser repensada (CESE, OJ C 341, 21.11.2013, p. 59-66).

A questão da reciclagem se torna ainda mais complexa quando se analisa o setor de embalagens de alimentos. Isso porque os materiais reciclados que entram em contato com os alimentos podem absorver contaminantes antes ou durante o processo de reciclagem e migrá-los para os gêneros alimentícios, apresentando riscos para a saúde humana (Cruz *et al.*, 2011).

Tanto a União Europeia como o Brasil possuem legislações vigentes relativas aos materiais e objetos de matéria plástica destinados a entrar em contato com os gêneros alimentícios, sendo elas, respectivamente, o Regulamento UE n.º 10/2011 e o Decreto-Lei n.º 62/2008. Nelas está determinado o limite de migração global, ou seja, a quantidade máxima permitida de substâncias não voláteis libera-

das de um material ou objeto para os simuladores alimentares. Para uma embalagem cúbica contendo 1 kg de alimento, o limite global de migração deve ser igual a 10 mg por 1 dm<sup>2</sup>, o que significa uma migração de 60 mg por 1 kg de alimento (REGULAMENTO UE/10/2011).

Importante destacar que o Decreto-Lei n.º 62/2008 trata-se de uma transposição para a ordem jurídica interna da Diretiva n.º 2007/19/CE, a qual alterou as Diretivas n.º 2002/72/CE e n.º 85/572/CEE. Acontece que o Regulamento UE n.º 10/2011, acima mencionado e atualmente em vigor na UE, revogou a Diretiva n.º 2002/72/CE. Esse cenário evidencia o atraso da legislação brasileira em relação às atualizações legislativas europeias sobre o assunto.

Os plásticos provenientes de uso industrial são aqueles que apresentam a maior probabilidade de estarem contaminados com uma quantidade relativamente elevada de substâncias perigosas para a saúde humana, sendo que a probabilidade de plásticos provenientes de embalagens de alimentos, por exemplo, estarem contaminados com essas mesmas substâncias é pequena. Apesar disso, não é possível determinar com precisão a identidade e o nível de contaminantes que podem estar presentes nos objetos de plástico reciclados considerando apenas sua origem (REGULAMENTO UE/2022/1616).

De acordo com Cruz *et al.* (2011) a identidade e o nível de contaminantes que podem estar presentes nos objetos de plásticos reciclados dependem de vários fatores, dentre eles a fonte da matéria-prima utilizada na fabricação do objeto, o tipo de polímero, o processo de reciclagem empregado, as dimensões da amostra analisada e do produto de origem. Dessa forma, a fim de trazer segurança para os consumidores, é necessário estabelecer um conjunto de regras uniformes acerca da tecnologia de reciclagem a ser utilizada no processo de descontaminação de plásticos destinados a entrarem em contato com os alimentos que garanta um grau de descontaminação suficiente para não prejudicar a saúde humana. (REGULAMENTO UE/2022/1616).

Considerando essa premissa, a União Europeia publicou em setembro de 2022 o Regulamento 2022/1616, o qual estabelece tecnologias de reciclagem uniformes a serem empregadas em toda a cadeia dos processos de reciclagem, desde o pré-tratamento até a descontaminação e o pós-tratamento, e também apresenta regras de colocação no mercado dos produtos reciclados. Tecnologia de reciclagem, para os fins do regulamento supracitado e deste artigo, engloba conceitos, princípios e práticas a serem aplicadas em pro-

cessos de reciclagem com uma finalidade específica e inclui uma tecnologia de descontaminação. (REGULAMENTO UE/2022/1616).

Ao contrário da União Europeia, que com o Regulamento 2022/1616 uniformizou as normas relativas a materiais de plástico reciclados em contato com alimentos, buscando abranger todas as tecnologias de reciclagem existentes, o Brasil possui normas deficientes e esparsas sobre esse tema, carecendo de uma legislação unificada que trate do assunto. De acordo com o portal da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), a permissão ou a restrição do uso de plástico reciclado em contato com alimentos encontra-se regulada no (i) item 9 Resolução n. 105/99, na (ii) Portaria SVS/MS 987/1998 e na (iii) Resolução RDC n. 20/08. De acordo com essas normativas, apenas os materiais de plástico reciclados constituídos de PET-PCR podem entrar em contato com os alimentos (Anvisa, 2023). Isso evidencia o descompasso da legislação brasileira quanto à elaboração de normas relativas a materiais de plástico reciclados em contato com alimentos, o que impede, conseqüentemente, o desenvolvimento desse setor no Brasil.

Além dessa situação específica, o setor de reciclagem de plásticos no Brasil como um todo não apresenta a eficiência necessária para garantir uma economia circular. Em 2021, o Brasil contava com 1.318 empresas no setor de reciclagem de material plástico, as quais faturaram cerca de R\$4 bilhões e geraram, em 2022, um total de 14.666 empregos. Apesar desses números demonstrarem o desenvolvimento desse setor, nesse mesmo ano de 2022 foram produzidas cerca de 6,7 milhões de toneladas de plástico no Brasil, enquanto estima-se terem sido recicladas somente 1 milhão de toneladas de plástico. Também é possível observar um alto índice de concentração de empresas de reciclagem de materiais plásticos nas regiões sul e sudeste do país: enquanto o estado de São Paulo apresenta 428 empresas no setor de reciclagem de materiais plásticos, o estado de Roraima conta com uma única empresa no setor, por exemplo (Abiplast, 2022).

### **O uso de inteligência artificial nos processos de reciclagem de materiais de plástico destinados a entrar em contato com alimentos**

Uma potencial aliada para o setor de reciclagem de materiais de plásticos destinados a entrar em contato com os alimentos e, conseqüentemente, aliada da Economia Circular, é a inteligência arti-

ficial. A Ellen MacArthur Foundation, fundação voltada à transição para a Economia Circular, desenvolveu a plataforma de inteligência artificial intitulada de AMP Neuron que utiliza câmeras para digitalizar fluxos de resíduos mistos durante a triagem de resíduos na reciclagem e identificar os diferentes materiais presentes nesses fluxos. Integrado à AMP Neuron, a fundação desenvolveu um sistema robótico inteligente de alta velocidade, o AMP Cortex, capaz de separar tais resíduos de acordo com seu material constituinte, dimensões, cores, formas e outras características. De acordo com a fundação, o AMP Cortex é capaz de separar cerca de 80 artigos por minuto com uma precisão de até 99% (Ellen MacArthur Foundation, 2021).

Além de atuar aumentando a eficiência dos processos de reciclagem e de gestão de resíduos, o uso de inteligência artificial pode atuar detectando contaminantes em fluxos de resíduos através do uso de tecnologias avançadas de reconhecimento por imagem. Nesses casos, a inteligência artificial pode enviar comandos para sistemas robóticos separarem os materiais contaminados daqueles que serão reciclados ou ainda pode informar os coletores para que eles realizem a separação. (Frackiewicz, 2023). Esse recurso, em especial, é de extrema relevância para os objetos de plástico reciclado que entrarão em contato com os alimentos, uma vez que representa uma garantia extra de controle de qualidade do processo de reciclagem.

Apesar dessas vantagens do uso da inteligência artificial nos processos de reciclagem e gestão de resíduos, o elevado custo de implementação e o alto grau de complexidade dos sistemas são as principais barreiras de entrada e difusão dessa tecnologia no mercado. Ainda, a automatização, apesar de melhorar a eficiência e a produtividade dos processos de reciclagem, pode diminuir a geração de empregos no setor, gerando um impacto econômico e social relevante na área (Frackiewicz, 2023).

## **A OPÇÃO DA POLÍTICA EUROPEIA: INSTRUMENTOS DE INCENTIVO PARA REDUÇÃO DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS DE PLÁSTICOS DE USO ÚNICO PROVENIENTES DE EMBALAGENS DE ALIMENTOS**

Conforme já mencionado neste artigo, a UE foi a pioneira no desenvolvimento e implementação de estratégias legislativas voltadas para a adoção de uma economia circular, sendo usada até hoje como modelo para os demais sistemas legislativos mundiais. Consi-

derando isso, a pesquisa que deu origem a este artigo analisou todas as legislações europeias relacionadas aos assuntos “plástico de uso único” e “embalagens de alimentos” publicadas entre 01/01/2000 e 01/06/2023, a fim de coletar e analisar os instrumentos de políticas públicas adotados pela União Europeia para redução da geração de resíduos de plástico de uso único provenientes de embalagens de alimentos.

Os resultados da referida pesquisa foram classificados em sete categorias de acordo com o caráter das medidas descritas, sendo as categorias: (i) incentivos restritivos, (ii) incentivos econômicos, (iii) incentivos fiscais, (iv) incentivos educacionais, (v) incentivos de acessibilidade e atratividade dos produtos sustentáveis, (vi) incentivos reparadores e (vii) incentivos de responsabilização econômica. Para cada categoria foi elaborada uma tabela com as principais medidas a serem adotadas pelos Estados Membros da UE, os produtos que devem ser abrangidos pelas medidas e os objetivos pretendidos. Essas tabelas serão apresentadas a seguir, bem como os critérios utilizados para sua elaboração e classificação.

### Incentivos Restritivos

<b>TABELA 1 – INCENTIVOS RESTRITIVOS</b>		
Produto	Objetivo	Medidas
PUU listados na parte A do Anexo à Diretiva 2019/904	Redução do consumo	(i) Objetivos nacionais de redução ambiciosa e sustentada do consumo.
		(ii) Instrumentos econômicos para garantir, por exemplo, que não serão fornecidos gratuitamente produtos de plástico de uso único no ponto de venda ao consumidor final.
		(iii) Restrições à comercialização desses produtos.
PUU listados na parte B do Anexo à Diretiva 2019/904	Restrições à colocação no mercado	Proibir a colocação no mercado dos produtos de plástico de uso único listados e de produtos feitos de plástico oxodegradável.
PUU listados na parte C do Anexo à Diretiva 2019/904	Requisitos para colocação no mercado	Tais produtos somente poderão ser colocados no mercado se as cápsulas e tampas permanecerem fixadas ao recipiente durante a fase de utilização prevista do produto.

PUU listados na parte A da Subsidiary Legislation 549.140	Proibição à colocação no mercado	Proibição da colocação no mercado a partir de 1 de janeiro de 2021 dos produtos de plástico de uso único enumerados, com previsão de multa de até € 1.500 para o descumprimento.
PUU listados na parte B da Subsidiary Legislation 549.140		Proibição da colocação no mercado desses produtos cujas embalagens não estão de acordo com as normas de marcação.
PUU listados na parte C da Subsidiary Legislation 549.140		Proibição da colocação no mercado a partir de 3 de julho de 2024 dos produtos de plástico de uso único enumerados, com previsão de multa de até € 1.500 para o descumprimento. Ficam isentos da proibição os produtos com tampas fixadas aos recipientes.

A primeira categoria abrange todas as políticas públicas de incentivo à redução de consumo e de colocação no mercado de produtos de plástico de uso único. Entre elas estão as medidas que visam a redução do consumo, medidas que restringem a colocação no mercado de determinados produtos, medidas que condicionam a colocação no mercado de determinados produtos ao cumprimento de uma série de requisitos e medidas que proíbem, de maneira definitiva, a colocação no mercado de determinados produtos.

Os incentivos restritivos, listados na tabela abaixo, se concentram em duas legislações específicas, sendo a primeira delas a Diretiva 2019/904 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 5 de junho de 2019, e a segunda a Subsidiary Legislation 549.140.

### Incentivos Econômicos

Esta categoria abrange todas as políticas públicas de incentivo econômico a medidas voltadas para o incentivo à reciclagem, recolha seletiva, correta destinação dos resíduos, inovações tecnológicas que promovam a concepção ecológica dos produtos e a mitigação dos danos ambientais já causados. A tabela abaixo apresenta diversas medidas apresentadas pela UE, sendo que algumas delas, além do seu caráter econômico, também podem ser classificadas como incentivos fiscais (itens i, ii, iii, iv e v de “Tributação Ecológica e outros incentivos econômicos”) ou como incentivos reparadores (medida apresentada para “Mitigar os danos já causados”).

Apesar de não estarem presentes nas legislações europeias sobre o assunto, é importante destacar a importância de fornecer

incentivos econômicos voltados para o desenvolvimento de softwares e hardwares de inteligência artificial integrados a sistemas de robótica que promovam o aumento da eficiência e produtividades dos processos de reciclagem e gestão de resíduos de plástico.

<b>TABELA 2 – INCENTIVOS ECONÔMICOS</b>		
Produto	Objetivo	Medidas
PUU listados na parte F do Anexo à Diretiva 2019/904	Incentivo à reciclagem e recolha seletiva	(i) Estabelecer sistemas de reembolso de depósitos.
Materiais de plásticos sustentáveis	Ações para promover os investimentos e a inovação na cadeia de valor	(i) Plataforma de Apoio Financeiro à Economia Circular.
		(ii) Estudar a viabilidade de um fundo de investimento privado para financiar investimentos em soluções inovadoras e novas tecnologias destinadas a reduzir os impactos ambientais da produção primária de plásticos.
		(iii) Conceder apoio financeiro direto às infraestruturas e à inovação, através do Fundo Europeu para Investimentos Estratégicos e outros instrumentos de financiamento da UE.
		(iv) Prosseguir os trabalhos sobre os impactos do ciclo de vida das matérias-primas alternativas para a produção de plásticos.
		(v) Financiamento de futuras infraestruturas de reciclagem eficaz de plástico apoiando o mercado de plásticos reciclados e criando, assim, emprego.
		(vi) Financiamento da deposição em aterro e da incineração para recuperação de energia como opções subsidiária.
		(vii) Concessão de licenças a instalações industriais norteada por princípios de circularidade (consumo de energia e utilização de materiais, prevenção de resíduos, reciclagem e redução de produtos químicos perigosos).
		(viii) Melhora no desempenho ambiental das organizações através de um balanço de qualidade do sistema de ecogestão e auditoria.
		(ix) Foco nas pequenas e médias empresas para a transição, viabilizando: (a) aconselhamentos; (b) rede pan-europeia específica para as tecnologias de fabrico avançadas e inovadoras; (c) desenvolvimento de uma base de conhecimentos com vista à substituição de substâncias perigosas; e (d) programa-piloto de verificação de tecnologias ambientais.



Materiais plásticos em geral	Tributação Ecológica e outros incentivos econômicos	(i) Recompensar a utilização de plásticos reciclados e favorecer a reutilização e a reciclagem contra a deposição em aterro e a incineração. (ii) Intensificar e melhorar a recolha seletiva dos resíduos de plástico. (iii) Favorecer os plásticos reutilizáveis e reciclados nos contratos públicos. (iv) Assegurar que os preços dos produtos reflitam melhor os custos ambientais, proporcionando preços competitivos para os materiais de plástico reciclados. (v) Reduzir os encargos econômicos para as empresas que desenvolvem ações certificadas de recuperação direta da poluição gerada pelos seus produtos.
	Acabar com o descarte inadequado do lixo	Ponderar sobre a aplicação de multas para agentes que promovem esse descarte inadequado.
Materiais de plástico descartados que se tornaram lixo marinho	Mitigar os danos já causados	Incentivos econômicos para pescadores que recolhem resíduos dos oceanos durante a pesca.

## Incentivos Fiscais

A categoria dos incentivos fiscais utiliza a tributação ecológica para favorecer e incentivar o uso de produtos sustentáveis. Um dos objetivos principais desse grupo de incentivos é garantir que os produtos sustentáveis possam competir em quesitos como preço e qualidade com os produtos de plástico descartáveis.

TABELA 3 – INCENTIVOS FISCAIS		
Produto	Objetivo	Medidas
Materiais plásticos em geral	Tributação Ecológica e outros incentivos econômicos	(i) Recompensar a utilização de plásticos reciclados e favorecer a reutilização e a reciclagem contra a deposição em aterro e a incineração.
		(ii) Intensificar e melhorar a recolha seletiva dos resíduos de plástico.
		(iii) Favorecer os plásticos reutilizáveis e reciclados nos contratos públicos.

Materiais plásticos em geral	Tributação Ecológica e outros incentivos econômicos	(iv) Assegurar que os preços dos produtos reflitam melhor os custos ambientais, proporcionando preços competitivos para os materiais de plástico reciclados.
		(v) Reduzir os encargos econômicos para as empresas que desenvolvem ações certificadas de recuperação direta da poluição gerada pelos seus produtos.

## Incentivos Educacionais

Os incentivos educacionais abrangem todas as medidas de políticas públicas de incentivo à conscientização da população acerca dos danos ambientais causados pelo descarte abusivo e inadequado de materiais de plástico, bem como o acesso a informações sobre produtos sustentáveis e condutas ambientalmente adequadas, tais como a correta gestão de resíduos. Essa categoria engloba também medidas de caráter internacional que visam a conscientização dos demais países do globo sobre o assunto.

TABELA 4 – INCENTIVOS EDUCACIONAIS		
Produto	Objetivo	Medidas
PUU listados na parte D do Anexo à Diretiva 2019/904	Requisitos de marcação para colocação no mercado	Marcações e uso de rótulos ecológicos nos produtos com uma ou mais das seguintes informações: (i) opções adequadas e/ou inadequadas de gestão dos resíduos do produto, em consonância com a hierarquia da gestão dos resíduos; e (ii) a presença de plásticos no produto e o conseqüente impacto ambiental negativo da deposição de lixo ou de outros métodos inadequados de descarte de resíduos dos produtos.
PUU listados na parte G do Anexo à Diretiva 2019/904	Medidas de sensibilização	(i) Informar aos consumidores a disponibilidade de alternativas reutilizáveis, os sistemas de reutilização e as opções de gestão de resíduos disponíveis para os referidos produtos e para as artes de pesca que contêm plástico, assim como as boas práticas de gestão eficiente dos resíduos.

PUU listados na parte G do Anexo à Diretiva 2019/904		(ii) Informar aos consumidores o impacto da deposição de lixo e de outros métodos inadequados de eliminação de resíduos dos referidos produtos e das artes de pesca que contêm plástico no ambiente, especialmente no meio marinho.
		(iii) Informar aos consumidores o impacto na rede de esgotos de meios desadequados de eliminação desses produtos de plástico de utilização única.
Materiais plásticos em geral	Medidas de sensibilização	(i) Educação, desde a fase escolar, sobre a reciclagem seletiva, sobretudo a nível do núcleo familiar.
		(ii) reorientação estratégica, à escala europeia, nacional e local, que promova ativamente novos modelos de circularidade, não só incentivando o alinhamento de todos os intervenientes, como também colocando o consumidor no centro das políticas.
		(iii) negociações sobre um acordo internacional para pôr fim à poluição provocada pelos plásticos.
Materiais plásticos em geral	Acabar com o descarte inadequado do lixo	(i) Sensibilizar a população contra o descarte inadequado de lixo em espaços públicos.

### **Incentivos de Acessibilidade e Atratividade dos Produtos Sustentáveis**

Como o próprio nome sugere, essa categoria abrange todas as políticas públicas europeias que buscam tornar os produtos sustentáveis mais acessíveis e atrativos, tanto para os consumidores, como também para os distribuidores e fabricantes. Esses incentivos de acessibilidade e atratividade dos produtos sustentáveis, por consequência lógica, também influenciam na redução do consumo de plástico descartáveis.

<b>TABELA 5 – INCENTIVOS DE ACESSIBILIDADE E ATRATIVIDADE DOS PRODUTOS SUSTENTÁVEIS</b>		
Produto	Objetivo	Medidas
PUU listados na parte A do Anexo à Diretiva 2019/904	Redução do consumo	(i) Medidas destinadas a assegurar a disponibilização de alternativas reutilizáveis aos referidos produtos no ponto de venda ao consumidor final.
		(ii) a partir de 1º de janeiro de 2023 os restaurantes e estabelecimentos deverão fornecer: (a) alternativas sustentáveis aos plásticos de uso único; e (b) incentivos aos consumidores que trouxerem suas próprias alternativas reutilizáveis aos produtos de plástico de uso único para consumo de alimentos ou bebidas para viagem.
PUU listados na parte F do Anexo à Diretiva 2019/904	Incentivo à reciclagem e recolha seletiva	A partir de 2025, os plásticos listados devem conter, no mínimo, 25% de plástico reciclado em sua composição e, a partir de 2030, devem conter, no mínimo, 30% de plástico reciclado em sua composição.
Materiais de plásticos sustentáveis	Recomendações para indústrias	(i) Incentivo à produção de objetos duradouros, com vários ciclos de utilização.
		(ii) Garantir que todas as embalagens de plástico sejam recicláveis até 2030.
		(iii) Estabelecer diretrizes para embalagens sustentáveis que os fabricantes se comprometam a respeitar.
		(iv) Eliminação progressiva da utilização de substâncias perigosas nas matérias plásticas ou em contato com elas a fim de reduzir os riscos associados à sua utilização – principalmente em materiais que entrarão em contato com alimentos – e aumentar as suas possibilidades de reciclagem.
		(v) Marcações indicando que o produto entrou ou pode ter entrado em contato com substâncias perigosas.
Materiais plásticos em geral	Acesso à informação	(i) Permitir que o consumidor tenha acesso à Pegada Ambiental dos Produtos (PAP) que consome e à Pegada Ambiental das Organizações (PAO) com que interage, a fim de que possam fazer escolhas de consumo baseadas em informações verídicas.
		(ii) Proteção do consumidor contra falsas alegações ambientais e práticas de obsolescência prematura fosse reforçada através de melhores oportunidades de ação individual e coletiva contra práticas comerciais desleais.
		(iii) Permitir que o consumidor tenha acesso às informações sobre a durabilidade e a reparabilidade dos produtos, através, por exemplo, do desenvolvimento de um sistema de classificação da reparabilidade.

## Incentivos Reparadores

São aqueles que têm por objetivo reparar os danos ambientais causados pelo descarte inadequado e abusivo de produtos de plástico no ambiente. Importante destacar que os objetivos reparadores se referem especificamente às ações práticas que podem ser realizadas para diminuir os impactos ambientais negativos gerados pelo descarte inadequado de plásticos, não se confundindo, portanto, com as medidas de responsabilização econômica.

TABELA 6 – INCENTIVOS REPARADORES		
Produto	Objetivo	Medidas
PUU listados na parte F do Anexo à Diretiva 2019/904	Incentivo à reciclagem e recolha seletiva	Até 2025, 77% dos produtos de plástico de utilização única enumerados colocados no mercado num determinado ano devem ser reciclados e, até 2029, 90% dos produtos de plástico de utilização única enumerados colocados no mercado num determinado ano devem ser reciclados.
Materiais de plástico descartados que se tornaram lixo urbano, lixo fluvial ou lixo marinho	Mitigar os danos já causados	(i) Criação de cooperativas/consórcios que recolham plásticos, em colaboração com os municípios e as empresas, e os entreguem em centros adequados para o tratamento e a certificação como matéria plástica secundária.
		(ii) Fomento à limpeza de mares e oceanos através da criação de meios portuários de recolha e gestão de resíduos provenientes dos navios.
		(iii) Incentivos econômicos para pescadores que recolhem resíduos dos oceanos durante a pesca.

## Incentivos de Responsabilização Econômica

Esta categoria abrange todas as políticas públicas de responsabilização econômica adotadas pela UE, incluindo sanções aplicáveis ao descumprimento de normas relativas à redução do uso e descarte inadequado de plásticos até a aplicação do Regime de Responsabilidade Alargada do Produtor. Esse regime se aplica a pessoa singular ou coletiva que a título profissional desenvolva, fabrique, transforme, trate, venda ou importe produtos (o produtor) e pode englobar medidas de concepção ecológica de produtos, aceitação dos produtos devolvidos e dos resíduos que são gerados após a utilização desses produtos, bem como a consequente gestão dos resíduos e responsabilidade financeira por essas atividades, além da responsabilidade de fornecer aos consumidores informações sobre até que ponto o produto é reutilizável ou reciclável (DIRETIVA 2008/98/CE).

<b>TABELA 7 – INCENTIVOS DE RESPONSABILIZAÇÃO ECONÔMICA</b>		
Produto	Objetivo	Medidas
PUU listados na parte E, seção I, do Anexo à Diretiva 2019/904		Garantir que os produtores dos produtos desses plásticos de utilização única enumerados cubram os custos decorrentes das disposições relativas à responsabilidade alargada do produtor previstas nas Diretivas 2008/98/CE e 94/62/CE e ainda, na medida em que não estejam já incluídos, os seguintes custos: (i) custos das medidas de sensibilização referidas no artigo 10.º da presente diretiva relativas a esses produtos; (ii) custos da recolha de resíduos desses produtos que sejam descartados nos sistemas de recolha públicos, nomeadamente os relativos à infraestrutura e ao seu funcionamento, bem como ao posterior transporte e tratamento desses resíduos; e (iii) custos da limpeza do lixo proveniente desses produtos e do posterior transporte e tratamento desse lixo.
PUU listados na parte E, seções I e II, do Anexo à Diretiva 2019/904	Responsabilidade alargada do produtor	Garantir que os produtores dos produtos desses plásticos de utilização única enumerados cubram, pelo menos: (i) os custos das medidas de sensibilização relativas a esses produtos; (ii) os custos da limpeza do lixo proveniente desses produtos e do posterior transporte e tratamento desse lixo; e (iii) os custos da recolha de dados e comunicação de informações em conformidade com o artigo 8.º-A, n.º 1, alínea c), da Diretiva 2008/98/CE.
PUU listados na parte E, seção III, do Anexo à Diretiva 2019/904		Garantir que os produtores cubram, além disso, os custos da recolha de resíduos desses produtos que sejam descartados nos sistemas de recolha públicos, nomeadamente os relativos à infraestrutura e ao seu funcionamento, bem como ao posterior transporte e tratamento desses resíduos. Os custos podem incluir a criação de infraestruturas específicas para a recolha de resíduos desses produtos, tais como recipientes adequados para os resíduos em pontos públicos de recolha de lixo.
PUU listados na parte F do Anexo à Diretiva 2019/904	Incentivo à reciclagem e recolha seletiva	(ii) Definir metas de recolha seletiva para os respetivos regimes de responsabilidade alargada do produtor.
Plásticos de uso único em geral.	Sanções	Os Estados-Membros devem estabelecer as regras relativas às sanções aplicáveis em caso de violação do disposto nas disposições nacionais adotadas nos termos da presente diretiva e tomam todas as medidas necessárias para garantir a sua aplicação. As sanções previstas devem ser efetivas, proporcionadas e dissuasivas.

## CONCLUSÕES

O estudo da legislação da UE acerca dos instrumentos de política pública de incentivo à redução de uso de plásticos de uso único em embalagens de alimentos e as vantagens trazidas pelo uso de inteligência artificial nos processos de reciclagem fornece algumas conclusões distintas sobre o assunto.

Primeiramente, é possível notar que a maior parte das medidas propostas está relacionada aos plásticos de uso único. Os plásticos de uso único são consumidos em larga escala, geralmente fora do ambiente doméstico e apresentam ciclo de vida curto, o que facilita sua fuga para o ambiente, principalmente acumulando-se nos rios e oceanos. O grande número de medidas direcionadas a esses produtos evidencia o reconhecimento, por parte da UE, da necessidade urgente de reduzir o consumo de produtos de plástico de uso único, substituindo-os por opções sustentáveis (COM/2018/028).

Segundo, nota-se a preocupação da UE com a fase de fabricação dos produtos de plástico, entre eles as embalagens. A chamada concepção ecológica busca unificar normas de fabricação, marcação e colocação no mercado de produtos e embalagens de plástico. Quanto à fabricação, as medidas concentram-se na produção de objetos duradouros, recicláveis e reutilizáveis e na restrição ao uso de componentes nocivos à saúde humana (COM/2013/0123). Quanto à marcação, busca-se educar o consumidor através do uso de rótulos ecológicos acerca do descarte adequado para aquele produto, além de conscientizá-lo acerca dos prejuízos causados pela má gestão de resíduos (COM/2018/028). Por fim, quanto à colocação no mercado, cria-se uma série de requisitos que tem por objeto impedir a fuga dos materiais de plástico para o ambiente (DIRETIVA 2019/904/UE).

Terceiro, para incentivar o uso de embalagens sustentáveis para alimentos, ciente da dificuldade de uso de materiais reciclados em contato com os alimentos, o legislador europeu, buscou a redução de uso de substâncias perigosas na fabricação de embalagens de plástico, estabeleceu a necessidade de marcação dos produtos que inevitavelmente entram em contato com substâncias nocivas e, principalmente, desenvolveu uma tecnologia de reciclagem uniforme para garantir a segurança e a devida descontaminação dos materiais de plásticos em todos os processos de reciclagem conhecidos, adequando-os para entrar em contato com os alimentos.

Quarto, a UE preocupou-se em fornecer incentivos econômicos e fiscais para a produção de alternativas sustentáveis aos plásticos de uso único e para o desenvolvimento de novas tecnologias destinadas ao aprimoramento dos processos de reciclagem de plásticos e gestão de resíduos, tornando-os mais eficientes. Uma das opções para tal é o investimento em softwares e plataformas de inteligência artificial capazes de reconhecer e classificar resíduos sólidos mistos e, integrada a sistemas de robôs, separar tais resíduos de acordo com seus materiais constituintes, cores, formas e tamanhos.

Quinto, a fim de responsabilizar os produtores de produtos de plásticos de uso único pelos danos causados ao ambiente e delegar a eles a responsabilidade financeira da gestão dos resíduos gerados pelos produtos que produziam, a UE instituiu o Regime de Responsabilidade Alargada do Produtor. Esse regime, pormenorizadamente descrito na Diretiva 2008/98/CE, engloba também a necessidade de concepção ecológica dos produtos e de disponibilização aos consumidores de informações sobre o produto consumido, tais como onde descartá-lo, as possibilidades de reutilização e de reciclagem etc. (DIRETIVA 2008/98/CE).

Por fim, nota-se que o legislador europeu demonstra grande preocupação em difundir medidas de sensibilização do consumidor, as quais visam garantir a ele acesso a informações sobre a correta gestão de resíduos e os impactos ambientais do uso abusivo de plásticos de uso único e do seu descarte inadequado. Ainda, a UE demonstra a preocupação em promover novos modelos de circularidade a níveis nacionais e locais, os quais devem colocar o consumidor no centro das políticas, dado a importância de mudança de hábitos para garantir uma mudança efetiva no panorama mundial de poluição por plásticos (DIRETIVA 2019/904/UE).

Todas essas medidas, em conjunto, têm por objetivo a redução do consumo de plásticos de uso único e visam tornar os produtos de plásticos sustentáveis mais acessíveis e atrativos ao consumidor. Esta pesquisa limitou-se a estudar a política de Economia Circular adotada pela UE e permitiu fazer pequenas comparações do quadro normativo europeu com o quadro legislativo brasileiro. No entanto, faz-se necessário um estudo mais aprofundado do cenário atual brasileiro de políticas públicas de incentivo à redução do uso de plásticos de uso único em embalagens de alimentos a fim de permitir uma adequada comparação entre esses dois sistemas.



## REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). **Consulta Rápida:** Perguntas e Respostas. [2023?]. Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiZmY5ZTc4MzUtODZjZi00NzYzLWJjNDctMTdkZTY4NmZmMThhIiwidCI6ImI2N2FmMjNmLWZjZjMtNGQzNS04MGM3LWI3MDg1ZjVlZGQ4MSJ9&pageName=ReportSectionc0ac170b47f7b0b-fae94>. Acesso em: 22 ago. 2023.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DO PLÁSTICO (ABIPLAST). **Perfil 2022:** As Indústrias de Transformação e Reciclagem de Plástico no Brasil. São Paulo: Abiplast, 2022. Disponível em: [https://www.abiplast.org.br/wp-content/uploads/2023/09/perfil\\_2022\\_pt.pdf](https://www.abiplast.org.br/wp-content/uploads/2023/09/perfil_2022_pt.pdf). Acesso em: 6 set. 2023.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DO PLÁSTICO (ABIPLAST). **Preview 2020:** A Indústria de Transformação e Reciclagem de Plástico no Brasil. São Paulo: Abiplast, 2020. Disponível em: [https://www.abiplast.org.br/wp-content/uploads/2021/05/PREVIEW\\_ABIPLAST\\_2020.pdf](https://www.abiplast.org.br/wp-content/uploads/2021/05/PREVIEW_ABIPLAST_2020.pdf). Acesso em: 6 set. 2023.
- COSTA, Angelo Brandelli; ZOLTOWSKI, Ana Paula Couto. Como escrever um artigo de revisão sistemática. *In:* KOLLER, S. H.; COUTO, M. C. P. de P.; HOHENDORFF, J. Von (eds.). **Manual de Produção Científica**. Porto Alegre: Penso, 2014. p. 55-70. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/323255862\\_Como\\_escrever\\_um\\_artigo\\_de\\_revisao\\_sistemica](https://www.researchgate.net/publication/323255862_Como_escrever_um_artigo_de_revisao_sistemica). Acesso em: 6 mar. 2023.
- CRUZ, Sandra A. *et al.* Polímeros reciclados para contato com alimentos. **Polímeros**, v. 21, n. 4, p. 340-345, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0104-14282011005000052>. Acesso em: 22 ago. 2023.
- ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. Inteligência artificial para reciclagem. **AMP Robotics**, Colorado, Estados Unidos, 1 out. 2021. Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/pt/exemplos-circulares/inteligencia-artificial-para-reciclagem-amp-robotics>. Acesso em: 30 out. 2023.
- EUR-Lex, [2023?]. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/advanced-search-form.html>. Acesso em: 3 jul. 2023.
- FRACKIEWICZ, Marcin. O futuro da inteligência artificial na reciclagem inteligente de resíduos. *In:* **TS2 SPACE**, 2023. Disponível

- em: <https://ts2.space/pt/o-futuro-da-inteligencia-artificial-na-reciclagem-inteligente-de-residuos/>. Acesso em: 30 out. 2023.
- GÓMEZ, Alba Fornis i. La reducción en el consumo de bolsas de plástico como elemento clave de un modelo de economía circular: un análisis desde el Derecho. **Rev. Direito Econ. Socioambiental**, Curitiba, v. 13, n. 1, p. 3-54, jan./abr. 2022. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8740366>. Acesso em: 22 jul. 2023.
- MINDEROO FOUNDATION. **Plastic Waste Makers Index**. Austrália: 2023. Disponível em: <https://www.minderoo.org/plastic-waste-makers-index>. Acesso em: 6 set. 2023.
- MORDOR INTELLIGENCE. **Packing Industry in Brazil (2023-2018)**. 2022. Disponível em: [https://samples.mordorintelligence.com/66451/Sample+++Packaging+Industry+in+Brazil+\(2023++2028\)++Mordor+Intelligence1680700696622.pdf](https://samples.mordorintelligence.com/66451/Sample+++Packaging+Industry+in+Brazil+(2023++2028)++Mordor+Intelligence1680700696622.pdf). Acesso em: 6 set. 2023.
- PORTUGAL. Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas. **Decreto-lei n.º 62, de 31 de março de 2008**. Lisboa: Presidência da República, 2008. Disponível em: <https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/decreto-lei/62-2008-246535>. Acesso em: 22 ago. 2023.
- SYBERG, K. *et al.* Circular economy and reduction of micro(nano)plastics contamination. **Journal of Hazardous Materials Advances**, v. 5, 100044, 2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772416622000018>. Acesso em: 6 mar. 2023.
- UNIÃO EUROPEIA. **2021/C 216/01**. Comunicação da Comissão – Orientações da Comissão sobre os produtos de plástico de utilização única, em conformidade com a Diretiva (UE) 2019/904 do Parlamento Europeu e do Conselho relativa à redução do impacto de determinados produtos de plástico no ambiente. OJ C 216, 7.6.2021, p. 1-46. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX%3A52021XC0607%2803%29&qid=1686224212349>. Acesso em: 3 jun. 2023.
- UNIÃO EUROPEIA. **COM/2013/0123**. Livro Verde sobre uma Estratégia Europeia sobre Resíduos de Plástico no Meio Ambiente. 2013. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52013DC0123&qid=1685626284867>. Acesso em: 3 jun. 2023.

- UNIÃO EUROPEIA. **COM/2015/614**. Comunicação da Comissão ao Parlamento Europeu, ao Comitê Econômico e Social Europeu e ao Comitê das Regiões: Fechar o ciclo – plano de ação da UE para a economia circular. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/HTML/?uri=CELEX:52015DC0614&from=ES>. Acesso em: 3 jun. 2023.
- UNIÃO EUROPEIA. **COM/2018/028**. Comunicação da Comissão ao Parlamento Europeu, ao Conselho, ao Comitê Econômico e Social Europeu e ao Comitê das Regiões: Uma Estratégia Europeia para os Plásticos na Economia Circular. 16 jan. 2018. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX%3A52018DC0028&qid=1686051516981>. Acesso em: 3 jun. 2023.
- UNIÃO EUROPEIA. **COM/2020/65**. Livro Branco sobre a inteligência artificial – Uma abordagem europeia virada para a excelência e a confiança. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX:52020DC0065>. Acesso em: 30 out. 2023.
- UNIÃO EUROPEIA. **COM/2020/98**. Comunicação da Comissão ao Parlamento Europeu, ao Conselho, ao Comitê Econômico e Social Europeu e ao Comitê das Regiões – Um novo Plano de Ação para a Economia Circular Para uma Europa mais limpa e competitiva. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?qid=1583933814386&uri=COM%3A2020%3A98%3AFIN>. Acesso em: 3 jun. 2023.
- UNIÃO EUROPEIA. **Diretiva 2008/98/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 19 de Novembro de 2008**, relativa aos resíduos e que revoga certas directivas. JO L 312 de 22.11.2008, p. 3-30. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2008/98/oj/por>. Acesso em: 3 jul. 2023.
- UNIÃO EUROPEIA. **Diretiva 2019/904 do Parlamento Europeu e do Conselho relativa à redução do impacto de determinados produtos de plástico no ambiente**. 5 jun. 2019. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX%3A32019L0904&qid=1692829191101>. Acesso em: 19 abr. 2023.
- UNIÃO EUROPEIA. **EESC 2018/00536**. Parecer do Comitê Econômico e Social Europeu sobre a «Comunicação da Comissão ao Parlamento Europeu, ao Conselho, ao Comitê Econômico e Social Europeu e ao Comitê das Regiões – Uma Estratégia Europeia

- para os Plásticos numa Economia Circular» [COM(2018) 28 final] e sobre a «Proposta de diretiva do Parlamento Europeu e do Conselho relativa aos meios portuários de receção de resíduos provenientes dos navios e que revoga a Diretiva 2000/59/CE e altera a Diretiva 2009/16/CE e a Diretiva 2010/65/UE» [COM(2018) 33 final – 2018/0012 (COD)]. OJ C 283, 10.8.2018, p. 61-68. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX%3A52018AE0536&qid=1686051516981>. Acesso em: 3 jun. 2023.
- UNIÃO EUROPEIA. **EESC NAT/742, 2018**. Parecer da Secção Especializada de Agricultura, Desenvolvimento Rural e Ambiente sobre Proposta de diretiva do Parlamento Europeu e do Conselho relativa à redução do impacto de determinados produtos de plástico no ambiente [COM(2018) 340 final – 2018/0172(COD)]. Disponível em: [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=PI\\_EESC%3AEESC-2018-03041-AS&qid=1686051516981](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=PI_EESC%3AEESC-2018-03041-AS&qid=1686051516981). Acesso em: 3 jun. 2023.
- UNIÃO EUROPEIA. **Parecer do Comitê Econômico e Social Europeu sobre o Livro Verde sobre uma estratégia europeia para os resíduos de plástico no ambiente** [COM(2013)123 final]. OJ C 341, 21.11.2013, p. 59-66. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX%3A52013AE3036&qid=1685626284867>. Acesso em: 3 jun. 2023.
- UNIÃO EUROPEIA. **Regulamento (UE) 2022/1616 da Comissão de 15 de setembro de 2022**, relativo aos materiais e objetos de plástico reciclado destinados a entrar em contacto com os alimentos e que revoga o Regulamento (CE) n.º 282/2008. OJ L 243, 20.9.2022, p. 3-46. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX%3A32022R1616&qid=1697894859461>. Acesso em: 3 jun. 2023.
- UNIÃO EUROPEIA. **Regulamento (UE) n. 10/2011 da Comissão, de 14 de Janeiro de 2011**, relativo aos materiais e objectos de matéria plástica destinados a entrar em contacto com os alimentos. OJ L 12, 15.1.2011, p. 1-89. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX%3A32011R0010&qid=1685626284867>. Acesso em: 3 jun. 2023.
- UNIÃO EUROPEIA. **SWD/2023/306**. Commission Staff Working Document Measuring progress towards circular economy in the

European Union – Key indicators for a revised monitoring framework Accompanying the document Communication From the Commission to the European Parliament, The Council, The European Economic and Social Committee of the Regions on a revised monitoring framework for the circular economy. 2023. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52023SC0306&qid=1686059129945>. Acesso em: 3 jul. 2023.



## INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL, DESENVOLVIMENTO E PERSPECTIVAS

*André Rafael Weyermüller*<sup>1</sup>

*Andressa Kerschner*<sup>2</sup>

*Laura Eduarda da Silva Barbieri*<sup>3</sup>

*Rafael Pergher de Souza*<sup>4</sup>

### INTRODUÇÃO

A humanidade se desenvolveu com base em complexos processos sociais e de aprendizado com a experiência acumulada por incontáveis gerações que enfrentaram desafios de sobrevivência extremos. Frente a outros animais mais adaptados, as probabilidades de extinção humana sempre foram altas.

Porém, elementos diferenciadores típicos dos humanos proporcionaram habilidades muito peculiares que conseguiram se adaptar às dificuldades e superar a tênue fronteira ente o êxito e a extinção. O domínio do fogo representado pelo Mito de Prometeu foi um desses fatores que proporcionaram uma sucessão de inovações

---

1 Pós-doutor em Direito pela PUC-Rio, pela URI-Santo Ângelo e pela UCS-Caxias do Sul. Pós-doutorando na PUC-RS. Doutor em Direito pela Unisinos. Mestre em Direito Público pela Unisinos. Especialista em Direito Ambiental pela Feevale. Bacharel em Ciências Jurídicas e Sociais pela Unisinos. Professor no mestrado em Qualidade Ambiental da Universidade Feevale. Professor no mestrado em Direito da Empresa e dos Negócios da Unisinos. Professor de Direito Ambiental na Feevale. Autor de livros sobre Direito Ambiental, capítulos de livros e artigos científicos. Advogado. E-mail: andrerw@feevale.br.

2 Graduanda em Direito pela Universidade Feevale. Bolsista de Iniciação Científica do Projeto de Pesquisa Fapergs: Inteligência Artificial e Sociedade de Algoritmos. E-mail: andressakerschnerr@gmail.com.

3 Bacharela em Direito pela Universidade Feevale. Pós-graduanda em Direito Empresarial pela Faculdade Legale Educacional. Advogada. E-mail: barbieri.laura1@outlook.com.

4 Graduando em Direito pela Universidade Feevale. Pesquisador em Direito Ambiental pela Universidade Feevale. E-mail: rafaelpergherdesouza@gmail.com.

que acumuladas e aperfeiçoadas conduziram a humanidade para uma realidade tecnológica surpreendente na atualidade.

A inteligência artificial (IA) é representativa da paradoxal capacidade humana de superar desafios e abrir novas fronteiras de conhecimento que podem tanto ser benéficas como prejudiciais, a exemplo de tantas evoluções como a indústria química, a invenção do avião ou o controle do átomo, as quais têm utilidade prática inegável, mas também representam instrumentos de destruição quando aplicadas na guerra.

Essa ambiguidade da tecnologia faz parte da realidade humana, pois o ser humano pode ser ao mesmo tempo muito bom como muito ruim. O produto de sua capacidade e inteligência não poderia ser diferente. Assim, a presente pesquisa objetiva descrever o desenvolvimento da inteligência artificial e sua ambiguidade, na medida em que os benefícios apontados encontram limitações nos riscos que fatalmente representam.

Busca-se assim, por meio de revisão bibliográfica, traçar um panorama acerca dessa nova realidade tecnológica, onde que um dispositivo de Inteligência Artificial pode ter escrito este texto.

## **SURGIMENTO E DESENVOLVIMENTO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL**

A sociedade contemporânea é marcada pela digitalização, ou melhor, algoritmização. Isso porque, as novas tecnologias que surgem e continuam a se desenvolver exponencialmente, acabam por impactar em todas as esferas da vida, sejam elas referentes à economia, às relações pessoais, à cultura, ao desenvolvimento de opinião política, ao consumo, e não diferentemente, à comunicação (Sarlet; Sarlet; Bittar, 2022, p. 6).

Assim, esse processo acelerado de modernização e de desenvolvimento da máquina acaba por proporcionar uma aceleração das potencialidades advindas da era digital, principalmente, da Inteligência Artificial. O termo “inteligência” sempre foi remetido ao humano. O ato de pensar, raciocinar, compreender, agir, sempre foi algo relacionado à humanidade. Contudo, na sociedade hodierna, essa capacidade vem sendo conferida à máquina, que, futuramente, poderá, talvez, superar o humano.

Antes de adentrar no conceito de Inteligência Artificial propriamente dito, alguns apontamentos quanto ao conceito de *inteli-*



*gênci*a fazem-se necessários. Nesse sentido, Marcato aponta para a divisão de três etapas no conceito de inteligência e de processo cognitivo, quais sejam: “a aquisição do conhecimento, seguida pela representação do que se aprendeu e, por fim, o armazenamento do conhecimento”, referindo, portanto, que inteligência pode ser classificada como a “forma com que o comportamento inteligente foi gerado e, em seguida, absorvido” (Marcato, 2023, p. 3).

Segundo Santos (2021), a definição de Inteligência Artificial pode ser dividida em quatro categorias, quais sejam (1) uma área de estudo que se destina à compreender o “desenvolvimento de computadores capazes de se envolver em processos de pensamento, como aprendizagem, raciocínio e autocorreção”; (2) o conceito de que as máquinas podem ser desenvolvidas para “assumir capacidades, sendo normalmente pensadas para funcionar como a inteligência humana”; (3) “a extensão da inteligência humana por meio do uso de computadores”; e, por fim, (4) “o estudo de técnicas para usar computadores de forma mais eficaz a partir de técnicas de programação aprimoradas”.

Resumidamente, os estudos relacionados à Inteligência Artificial se referem à compreensão de sistemas que pensam e agem como humanos, bem como de sistemas que pensam e agem racionalmente.

Segundo explica Teixeira (2019), a mente humana funciona, para os pesquisadores da Inteligência Artificial, como uma espécie de computador e, assim, o estudo de programas comportamentais seria a forma de compreender as atividades mentais. É nesse sentido a novidade trazida pela Inteligência Artificial que, assim como a mente humana, produz comportamento inteligente. Na perspectiva filosófica, Teixeira (2019) aponta para a Inteligência Artificial como uma revolução no entendimento de que o indivíduo seria algo único e original no universo, pois a criação de uma máquina pensante pode desempenhar funções que anteriormente seriam de exclusividade humanas.

Inicialmente, o termo “Inteligência Artificial” foi conceituado como a capacidade da engenharia para a construção de máquinas que pudessem ser inteligentes. John McCarthy, professor de ciência da computação de Stanford, foi o responsável por atribuir o referido conceito em 1956. Entretanto, apontam-se estudos em torno da Inteligência Artificial já por volta de 1950, quando Alan Turing (que teve papel crucial em decifrar o código militar alemão da máquina Enigma) trouxe a proposição de que as máquinas somente seriam

inteligentes quando “conseguissem simular o comportamento humano” (Alencar, 2022, p. 8)

Os estudos em torno da Inteligência Artificial não foram concebidos unicamente por John McCarthy ou Alan Turing. A ideia de substituir o humano por máquinas inteligentes surgiu há muitos anos. Historicamente, o pensamento do filósofo Descartes, já indicava no sentido de questionar sobre a “possibilidade de criar uma mente artificial como aquela tida por u ser humano”. Antes disso, Aristóteles também trouxe ao debate a possibilidade de “substituição da mão de obra escrava de sua época por objetos autômatos” (Alencar, 2022, p. 8). Como se vê, a inteligência artificial se trata de conceito antigo e que permeia o pensamento humano de longa data.

Assim, o desenvolvimento de atividades até então somente reservadas aos humanos demonstra o crescimento exponencial das máquinas e dos sistemas inteligentes. É claro que o desempenho dessas tarefas em si pela máquina ou sistema inteligente, ainda se encontra limitado à previsão de cenários com base em uma grande quantidade de dados, executando-se tarefas específicas nas quais foram previamente determinados. Ou seja, a máquina ainda não possui inteligência suficiente para a compreensão completa do significado, não possuem senso intuitivo, não possuem capacidade de raciocínio e de fazer analogias. Porém, são limitações relativas que logo poderão ser superadas com mais tecnologia.

Nesse contexto de desenvolvimento tecnológico, Schwab (2016) entende que a sociedade hodierna se encontra em um período representado pela Quarta Revolução Industrial, marcada pela revolução digital. Isso porque, o desenvolvimento de computadores, da internet e de sistemas inteligentes, marca justamente esse período de desenvolvimentos mais ubíquos e móveis, mais poderosos e mais baratos, eis que alguns sistemas de IA, por exemplo, possuem capacidade de aprendizagem automática.

Com o desenvolvimento exponencial das novas tecnologias, um novo mundo de disponibilidades, de mecanismos e de oportunidades surge. Segundo Schwab (2016, p. 16) “o que torna a Quarta Revolução Industrial diferente das anteriores é a fusão dessas tecnologias e a interação entre os domínios físicos, digitais e biológicos”. Nesse sentido, com os avanços da Inteligência Artificial, impactos econômicos são perceptíveis em favor de quem a utiliza, seguindo as tendências do contexto global. Para Carvalho (2021), o mercado da Inteligência Artificial se constitui como um dos principais motivos para que vários países assumissem um papel em seu desenvolvimento.

No ponto, frisa-se que “os países líderes em IA podem aumentar em até 25% seus benefícios econômicos, com os demais países apresentando um aumento de cerca de 10%”. Avanços no âmbito das empresas também são projetados, com a expectativa de que as que utilizarem a Inteligência Artificial possam dobrar seu lucro em relação àquelas que não utilizarem (Carvalho, 2021, p. 2023). Assim, avanços no âmbito das empresas também são projetados, com a expectativa de que aquelas que se utilizarem de Inteligência Artificial poderão dobrar seu lucro em relação àquelas que não as utilizarem.

Assim, “diante do aumento exponencial do interesse em IA”, estudos acerca dos impactos da referida tecnologia na sociedade estão sendo desenvolvidos. Isso porque, o impacto decorrente das IAs não recai somente sobre a área tecnológica, mas também, sobre a área “jurídica, ética e socioeconômica”. Os estudos redirecionados à tecnologia também se baseiam muito na preocupação de que, um dia, ela poderá “substituir as capacidades cognitivas dos humanos”. Ou seja, tem-se a constante preocupação de que as máquinas sejam capazes de construir “máquinas melhores por conta própria” (Santos, 2021, p. 16).

Em suma, as tecnologias cognitivas são àquelas que se “referem aos sistemas inteligentes capazes de aprender e de tomar decisões não estruturadas e não programadas previamente” (Sarlet; Sarlet; Bittar), e, conforme se observa, esse processo exponencial das novas tecnologias não regredirá ao longo dos anos, ao contrário, pois já se fala em tecnologia capaz de se automodificar em contato com o indivíduo e, inclusive, da utilização da inteligência artificial para a tomada de decisão.

Reitera-se, nesse contexto, que apenas a disposição normativa de proteção de dados frente à produção massiva de informações oriundas da sociedade hodierna não logra êxito em promover a proteção necessária, pois essa necessidade não decorre somente do exercício de extração de dados, mas da influência comportamental advinda do ambiente digital (Meiros, 2021, p. 2).

## **DA UTILIDADE E BENEFÍCIOS DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL**

De início, refere-se que a Inteligência Artificial nada mais é do que a utilização de uma grande quantidade de dados, cujo objetivo corresponde à capacitação da máquina para o alcance de resultados “semelhantes ou até mesmo superiores àqueles obtidos pela

ação humana” (Alencar, 2022, p. 9). Assim, para o entendimento de como se desenvolvem os atuais sistemas movidos por Inteligência Artificial e da sua utilização no cotidiano, importante explicar que estes existem através de algoritmos, surgidos a partir da implementação do modelo estatístico *deep learning* (aprendizado profundo), que se encontra inserido no subcampo da Inteligência Artificial, denominado *Machine Learning*, ou aprendizado de máquina (Kaufman; Santaella, 2020).

Frisa-se que o *Machine Learning* nada mais é do que a capacidade da máquina de auto aprender. Ou seja, a máquina é capaz de se desenvolver e de realizar tarefas sem que seja necessária a intervenção humana, o que ocorre por meio de reutilização e reinterpretação de dados fornecidos anteriormente. Um exemplo de utilização de aprendizado de máquina são as tecnologias de reconhecimento facial, de linguagem natural (assistentes virtuais) e também dos mecanismos de busca como o Google (Reis, 2020, p. 136-138).

A Inteligência Artificial, portanto, pode ser dividida entre os conceitos de fraca e forte. A IA fraca corresponde àquele comando limitado à realização de uma tarefa considerada específica. Ou seja, a máquina receberá instruções específicas para alcançar um resultado também específico. Em outras palavras, os algoritmos receberão programações delimitadas em um contexto pré-definido. A máquina não agirá diferentemente daquilo que foi programada para fazer (Alencar, 2022, p. 9).

Em contrapartida, a IA forte é àquela capaz de realizar todas as ações desempenhadas por humanos, como uma espécie de autoconsciência. A IA forte corresponderia à inteligência de máquina com capacidade de compreensão e de aprendizado de toda e qualquer tarefa, sem que se fosse necessária a mão humana programando-a nesse sentido. Entretanto, a maioria das IAs disponíveis atualmente são IAs fracas. As IAs fortes são objeto de mais estudos do que qualquer outra coisa (Alencar, 2022, p. 9). Contudo, nada impede que a sociedade se depare, eventualmente, com Inteligências Artificiais fortes disponíveis no mercado.

Assim, quanto à utilização e os benefícios oriundos da Inteligência Artificial, pode-se trazer à discussão diversos exemplos capazes de demonstrar o quanto o indivíduo se adaptou à nova tecnologia. Sugestões de filmes e séries em aplicativos de streaming, sugestões de músicas, sugestões de amigos em redes sociais. Aplicativos para a realização de refeições e de mercado, aplicativos de locomoção e também para transporte; e até o próprio marketing direcionado e

sugestões prontas de pesquisa (*autocomplete*). Veja-se, toda a vida do indivíduo vai sendo, aos poucos, digitalizada, no sentido de que tudo está sendo incorporado ao ambiente digital que induz ao consumo e a comportamentos específicos.

Um bom exemplo do desenvolvimento exponencial da Inteligência Artificial são as assistentes virtuais inteligentes. A Siri (Apple), Google Assistente (Google), Alexa (Amazon), são alguns exemplos de que a inteligência de máquina também pode chegar mais perto do comportamento humano e se relacionar com o indivíduo. A Alexa, para exemplificar, como assistente inteligente da Amazon, pode desempenhar funções por meio de comandos de voz, em que se pode controlar luzes, câmeras, janelas e demais dispositivos que tenham sinal de conexão via Wi-Fi ou *bluetooth* e que estejam conectados sob a mesma rede.

O que se tem, portanto, são assistentes inteligentes que estão adquirindo não apenas espaço no mercado, mas também uma “familiarização” com os seus usuários. Assim, Schwab (2016, p. 20) refere que “falar com computadores se tornará, em breve, a norma”, complementando, ainda, no sentido de que “cada vez mais nossos dispositivos se tornarão parte de nosso ecossistema pessoal”, cumprindo, assim, o literal ofício de um assistente, que até pouco tempo necessitava de um desempenho humano para o cumprimento de suas funções.

Como se vê, a utilização de algoritmos, com a implementação do *deep learning*, evolução do *machine learning*, que se restringe à programação da máquina, se pôde desenvolver sistemas dotados de Inteligência Artificial com características de maior realidade desses sistemas, sendo o caso, por exemplo, das assistentes inteligentes, aplicativos de buscas, *chatbots*, e tantas outras ferramentas utilizadas no cotidiano da sociedade hodierna.

Na busca de uma definição sobre esta classe de assistentes artificiais, movidas de modo virtual por Inteligência Artificial, Cruz, Alencar e Schmitz (2013, p. 6) definem que “é uma categoria de entidades inteligentes sem corpo físico, que tem por objetivo auxiliar uma pessoa ou grupo de pessoas a resolverem questões que as estão afligindo.”

Esses auxílios desenvolvidos pelos assistentes inteligentes, não desempenham somente na esfera individual de cada indivíduo com seu determinado equipamento tecnológico, mas também atuam como, literalmente, um “encarregado” em determinadas funções dentro de empresas e canais que possuam centrais de re-

lacionamento em suas páginas na Internet, sendo este o caso dos *chatbots* (robô de conversa), que são *softwares* que simulam ações humanas e criam interações humano-computador (Carvalho Júnior; Carvalho, 2018).

Percebe-se que atualmente a maior parte dos sítios eletrônicos que possuem centrais de relacionamento com os seus usuários, desempenham seus atendimentos através da utilização de *chatbot*, que obtém, assim, o retorno requisitado pelo solicitante quase que de forma instantânea. De Oliveira e Avelar (2023, p. 4) explicam que “a automação de processos robóticos, *chatbots* de atendimento ao cliente e sistemas de aprendizado de máquina estão sendo amplamente adotados, a fim de proporcionar aumento de eficiência e produtividade”.

No que se refere a caracterização de um *chatbot*, o desenvolvimento do mesmo ocorre com o objetivo de automatizar e desempenhar determinadas ações humanas e, ainda, passando-se por “pessoa” durante a realização das atividades que restou encarregado (Carvalho Júnior; Carvalho, 2018).

Ainda, na atual conjuntura de informações em tempo real, à espera de algumas horas, ou até mesmo minutos, para a obtenção de uma resposta, pode-se tornar impensável dentro de algumas realidades, visto à necessidade da celeridade que as informações necessitam ser prestadas. Assim “os assistentes virtuais podem estar disponíveis para auxiliar nossos clientes 24 horas por dia, todos os dias do ano, mesmo quando se tratar de um feriado, já que não precisam descansar” (Cruz; Alencar; Schmitz, 2013, p. 9).

Ademais, considerando a sociedade informacional e de alto fluxo de informações e ferramentas de comunicação, surgem as ferramentas de tradução como uma forma de conectar diferentes nações globais, facilitando esse processo exponencial de conexão à nível mundial. O Google Tradutor, portanto, é um bom exemplo de uma ferramenta que viabiliza uma comunicação instantânea, sem a necessidade de utilização de dicionários manuais, que demandavam tempo e esforço significativo do indivíduo para a manutenção de um diálogo ou compreensão de alguma informação.

Para a explicação das ferramentas de Tradução Automática, descreve Serra (2019, p. 48) que “na busca por se ter uma comunicação imediata com pessoas de diferentes idiomas, bem como compreender textos em várias línguas, foram criadas ferramentas de Tradução Automática (TA), com o fim de auxiliar as pessoas no processo de tradução”, e, nesse contexto, para o desenvolvimento das ferramentas de tradução “foi necessário aplicar conhecimentos

do campo da Inteligência Artificial para que o processo de *Machine Translation* (Tradução pela Máquina) fosse realizado e, assim, garantisse a tradução automática dos mais diversos tipos de textos” (Serra, 2019, p. 50).

Presencia-se, ainda, o auxílio da Inteligência Artificial ao desempenhar, através de algoritmos, análises e recomendações nas redes de dados, beneficiando gestores de redes sociais, por exemplo, e auxiliando na identificação de padrões e interesses individuais de seus usuários, fazendo com que suas buscas se destinem diretamente ao que se deseja. Com isso, percebe-se uma personalização do acesso às informações que são prestadas nas redes de usuários da Internet, de acordo com seus gostos e preferências (Kaufman; Santaella, 2020).

Essa personalização pode servir como um elemento positivo na área de divulgação comercial, por exemplo, fazendo com que a oferta de determinado produto ou serviço possa alcançar pontualmente mais usuários através da utilização de redes sociais e de sites de compra e pesquisa, sendo mais assertivo no que o indivíduo busca, aumentando-se assim, as chances de compra efetiva daquele produto e/ou serviço. Nesse sentido, Santos (2022, p. 5) explica que “o negócio das redes sociais, portanto, é feito capturando as informações de seus usuários e vendendo tais informações à anunciantes”.

Desse modo, presencia-se o aumento significativo de marketing e de publicidade direcionada por meio de redes sociais e de sites de pesquisa, eis que possuem grande amplitude de informações, principalmente devido aos rastros digitais fornecidos pelo próprio indivíduo quando da utilização do serviço, os quais servem para a personalização da base de dados, movida por sistemas de Inteligência Artificial, para fins de selecionar um público alvo para o recebimento de determinadas informações.

Ainda, indo além de auxílios individuais e comerciais, a Inteligência Artificial desempenha seu protagonismo também na medicina atual por meio da informatização de dados, somado ao uso de algoritmos definidos por especialistas da matéria, servindo como um instrumento de solução de problemas médicos (Lobo, 2017). Assim, por meio da informatização da medicina, junto à utilização de algoritmos regidos por Inteligência Artificial, o cruzamento de dados e obtenção de diagnósticos em diversas formas de exploração medicinal tornou-se uma possibilidade existente.

Ademais, frisa-se que a utilização da robótica na medicina também é uma realidade, onde a utilização de auxiliares robôs,

desenvolvidos por Inteligência Artificial, prestam serviços desde armazenamento de dados a auxiliares de cirurgia. A utilização da robótica cirúrgica disponibilizou novidades como “a cirurgia à distância e a cirurgia minimamente invasiva, junto com vantagens de precisão, incisões mais pequenas, menor perda de sangue, diminuição da dor e tempo de cura menor” (Avila-Tomás; Mayer-Pujadas; Quesada-Varela, 2020, p. 783).

Portanto, restam demonstrados alguns dos muitos benefícios que a Inteligência Artificial proporciona à humanidade na atualidade, passando de mera expectativa de um passado recente, atrelado à ficção científica, ao contexto da atual realidade global. Desse modo, resta evidente que a utilização de Inteligência Artificial nas mais variadas áreas, causa impactos tanto nas relações comerciais, sociais e, até mesmo, humanitárias, visto a amplitude de áreas que se pode utilizá-la com objetivo de progredir e auxiliar seus usuários e interessados.

## **PERSPECTIVAS DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL**

Conforme referido, a sociedade global está experimentando uma revolução tecnológica sem precedentes. A ascensão das Inteligências Artificiais (IAs) trouxe consigo não apenas inovação, facilidades, novos modelos de negócios e estratégias jurídicas, além de outros benefícios, mas também despertou um aumento na curiosidade pública em relação à tecnologia. No entanto, o avanço das IAs também instituiu sentimentos de apreensão. Os riscos associados a uma tecnologia dotada de inteligência própria, a falta de compreensão generalizada sobre o assunto, filmes de ficção científica que tratam essas tecnologias como violões e as especulações difundidas pela mídia contribuíram para criar um ambiente de desconfiança coletivo.

Mas, ao retirar essa camada de insegurança baseada em fatores não científicos, remanesce a dúvida sobre a que riscos a sociedade efetivamente já foi exposta com o advento dessa tecnologia? André Carlos Ponce compara o surgimento das IAs com a descoberta do fogo, essa substância que revolucionou a sociedade e passou a tornar a vida humana mais fácil, mas ao ser utilizado de maneira incorreta, o mesmo elemento passa a ser uma arma de destruição. O mito de Prometeu é cada vez mais atual e paradoxal. Assim, as IAs podem tanto salvar uma sociedade quanto destruí-la (Carvalho, 2021, p. 27).



Na esfera jurídica, essa tecnologia está sendo utilizada para auxiliar a realização de pesquisas, organização e classificação de informações e dados, na elaboração de contratos, entre outras tarefas mecânicas e analíticas. Entretanto, surge a discussão quanto a implementação das IAs na tomada de decisões. A falta de imparcialidade dos julgadores não é uma novidade, e aqui se destaca a imparcialidade relacionada a fatores sociais. Não se trata do caráter ou de uma parcialidade deliberada, mas sim características pessoais do próprio julgador, seu contexto de nascimento, forma como foi criado, cultura e a forma como este percebe a sociedade. Afinal, é possível que um juiz seja absolutamente imparcial? Talvez com o auxílio das Inteligências Artificiais a resposta para essa pergunta pode ser “sim”. Contudo, ao acreditar que as IAs podem resolver conflitos de uma forma imparcial, emergem três fatores pertinentes.

Primeiramente, se uma decisão é absolutamente imparcial, seria possível recorrer dela? Ademais, em um país onde as leis se modificam quase de forma instantânea, como seria viável recarregar e atualizar a base de dados dessas IAs? Não estaria ela suscetível a erros e confusões ao lidar com mais de uma legislação vigente sobre a mesma matéria? É inegável a contribuição das IAs nessa área, todavia lhes atribuir o poder de tomar decisões pode levar a um sistema ainda mais injusto e desigual (Coutinho; Paraiso, 2021, p. 9).

Outra questão relevante nessa área é a necessidade de estabelecer novas leis sobre o tema. Com o contínuo avanço dessa forma de inteligência, as garantias fundamentais e os direitos de personalidade vem sendo significativamente modificados. Há algum tempo, consideráveis interações entre questões ligadas a proteção individual e o avanço da tecnologia surgiram, englobando avanços tecnológicos que possibilitaram maior fluxo de informações e expandiram a liberdade de expressão até o reforço e concretização das garantias relacionadas à privacidade, especialmente em relação ao forte manuseio de dados pessoais. A continuidade e aprofundamento de questões relacionadas à preservação da individualidade e as novas tecnologias vem sendo um tema complexo enfrentado pelos juristas (Andrade *et al.*, 2018, p. 2).

No campo da medicina, as IAs também têm demonstrado ser uma importante ferramenta. Quando aplicadas no diagnóstico de pacientes, elas terão acesso a uma base de dados abrangente, desde os fundamentos da medicina até casos semelhantes e dados estatísticos. Enquanto um médico fica limitado as suas experiências pessoais e às de seus colegas, frequentemente requerendo horas de

pesquisas para aprofundar e ampliar seus conhecimentos, essas limitações não se estendem as IAs. Na realização de cirurgias robóticas conduzidas por sistemas inteligentes, provavelmente se oferecerá maior precisão e rapidez. Em verdade, as IAs têm o potencial de complementar consideravelmente a medicina. Contudo, no que se refere ao tratamento médico-paciente, elas carecem de características humanas necessárias, como afeto, empatia e a capacidade de acalmar os pacientes, aspectos que são exclusivamente humanos.

Além disso, os casos apresentam nuances individuais. Em uma cirurgia realizada por um procedimento robótico controlado por uma IA, espera-se um desenrolar previsível, mas como agiriam diante de um cenário inesperado? Novas doenças e síndromes surgem com frequência no universo médico, e como essa tecnologia lidaria com algo totalmente imprevisto? (Andrade, 2018, p. 54).

Em um contexto geral, a insegurança em relação ao avanço da Inteligência Artificial está relacionada à substituição do ser humano pela máquina. Aliás, esse foi um dos motivos que fez Geoffrey Hinton, conhecido como o “padrinho” da Inteligência Artificial, demitir-se do Google. Em entrevista ao New York Times, o cientista informou que de certa forma se arrependia do seu trabalho. A pesquisa de Hilton sobre *Deep Learning* e redes neurais pavimentou o caminho para os sistemas de Inteligência Artificial contemporâneos. Todavia, o pesquisador afirmou que o *chatbot* poderá ultrapassar o nível de informação que o cérebro humano detém, alertando, inclusive, sobre os perigos dessa espécie de tecnologia ser utilizada de forma inadequada por pessoas mal-intencionadas (Metz, 2023).

É inegável que o avanço dessas tecnologias tem gerado inquietações. No ano de 2015, mais de mil cientistas já demonstravam preocupações sobre o tema, incluindo figuras proeminentes como Stephen Hawking e Elon Musk. Eles assinaram uma carta aberta na Conferência Internacional de Inteligência Artificial de 2015, sediada em Buenos Aires, manifestando-se contra a utilização de Inteligência Artificial em robôs militares autônomos, ou seja, independentes de intervenções humanas. A preocupação era de que essa tecnologia poderia facilmente chegar no mercado sem regulamentação, caindo nas mãos de terroristas e ditadores (Oliveira, 2021, p. 338).

Um bom exemplo de um robô autônomo que não foi bem sucedido, foi o lançamento do *ChatbotTay* no Twitter, realizado pela Microsoft, em março de 2016. O seu objetivo era aprimorar os serviços de assistência virtual, tais como a Siri (Apple) e o Google Now. Dessa forma, a assistente virtual “Tay” foi programada para aprender por

meio da interação com humanos, teve sua base de dados carregada com informações gerais e sua personalidade deveria parecer com a de uma adolescente. Todavia, em suas primeiras 24 horas em uso, a ferramenta começou a apresentar problemas. Por meio da conta *@tayandyou*, ela disparou comentários ofensivos, racistas e sexistas, precisando ser desativada pela própria Microsoft. Após o ocorrido, o vice-presidente corporativo da empresa Microsoft Research se manifestou pedindo desculpas pelo programa e informou que os atos impróprios praticados por ele advieram de um “ataque coordenado”, utilizado para revelar a vulnerabilidade do robô (Vale, 2016, p. 37).

Ainda, os chineses também tiveram episódios de preocupação no que se refere à utilização de Inteligência Artificial. Um sistema denominado *AlphaGo* realizou um feito extraordinário ao vencer o então campeão mundial do jogo asiático Go, o sul-coreano Lee Sedol. O jogo Go envolve inúmeras possibilidades de jogadas com peças brancas e pretas em um tabuleiro e é considerado como de alto nível de complexidade, superando o jogo de damas e até mesmo de xadrez. Enquanto em muitas partes do mundo este evento passou despercebido, na China gerou enorme interesse, eis que se trata de um jogo culturalmente popular. Cerca de 280 milhões de pessoas assistiam a batalha épica entre Inteligência Artificial e inteligência natural. Testemunharam a vitória de um sistema que pertence a uma empresa na Califórnia sobre um dos melhores jogadores de Go do mundo, Lee Sedol, pelo placar de 4x1. Este evento marcou o universo tecnológico e chamou ainda mais atenção para o possível domínio da Inteligência Artificial sobre os humanos (Kaufman, 2018, p. 24)

Recentemente, em 2022, outro feito surpreendente realizado por uma IA também causou impacto à grande parte da população: a obra *Théâtre D'opéra Spatial* conquistou o cobiçado primeiro lugar em uma competição de artes no estado do Colorado, nos Estados Unidos. A imagem vencedora foi gerada por uma IA por meio do programa Midjourney, seguindo os comandos inventivos de Jason Allen. O processo começou quando ele inseriu no programa a descrição da imagem que tinha em mente. A IA, prontamente, lhe apresentou várias opções baseadas em seus comandos. Após, Allen escolheu sua imagem favorita dentre as opções e a manipulou digitalmente, o que lhe garantiu a vitória na categoria “fotografia digitalmente manipulada”. Em verdade, essa conquista gerou demasiada dúvida sobre a sua realização não tradicional, principalmente em relação a sua autoria. O que tornou a situação ainda mais complexa foi não saber o seu enquadramento como uma obra individual realizada por Jason Allen,

ou colaborativa entre ele e a IA. Como se vê, trata-se de uma situação totalmente inusitada a ser enfrentada pela comunidade artística, em que se combinou o trabalho de uma IA com a seleção e edição de um humano (Matos; Ribeiro, 2022, p. 917-918).

Conforme a Inteligência Artificial evolui, torna-se mais evidente a linha tênue que separa o humano e o algoritmo, revelando novas situações desafiadoras a serem enfrentadas. Atualmente, um programa de Inteligência Artificial tem conquistado notoriedade: o popular Chat GPT desenvolvido pela OpenAI. A sigla GPT significa “*Generative Pre-trained Transformer*”, representando um modelo de linguagem que se baseia em aprendizado profundo (*deep learning*) e é treinado cuidadosamente para desenvolver sequências de palavras e linguagem coerente. O seu principal objetivo é fornecer respostas às perguntas feitas pelos usuários, utilizando sua capacidade para respondê-las de forma clara e objetiva. O programa é abastecido por uma vasta e diversificada coleção de texto, que vão desde e-mails, notícias, artigos e outras fontes de conteúdo textual. E a partir desse amplo conjunto de dados o Chat GPT encontra sua base para responder diversas perguntas, conseguir manter um diálogo natural com seus usuários, escrever poemas, crônicas e até mesmo letras de música, tudo isso de forma clara e coerente (Gimenes; Santos, 2023, p. 43).

A versão mais recente do Chat lançada pela OpenAI, o GPT-4, é ainda mais surpreendente, sendo uma versão multimodal que compreende textos e imagens. Além de manter a habilidade de responder as perguntas textuais ele agora decifra e gera respostas a partir de imagens fornecidas pelos usuários. Isso se deve ao fato de a nova versão ter sido treinada não só com conteúdo textual, mas também com um conjunto de dados envolvendo informações visuais. Isso fez com que o GPT-4 aumentasse ainda mais a sua capacidade, compreendendo o contexto da conversação de uma forma ainda mais profunda. Além disso, ele teve sua capacidade de processamento aumentada, erros corrigidos e aprimoramento de tarefas já realizadas pela versão anterior (Demócrito Filho, 2023).

Porém, essa versão tem suscitado crescente insegurança em relação ao uso da Inteligência Artificial. Isso porque, o Relatório Técnico do GPT-4 elaborado pela OpenAI, especialmente, na seção 2.9, nomeada “Potencial para Comportamentos Emergentes Arriscados”, revelou uma situação inusitada que preocupou a comunidade científica. O GPT-4 deliberadamente enganou um ser humano a fim de completar uma tarefa. A tarefa designada consistia em resolver um código *Captcha* – aquele dispositivo utilizado para verificar a au-

tenticidade do usuário e diferenciar humanos de robôs. No entanto, para resolver essa tarefa o robô adotou uma abordagem questionável, manipulando a situação para solucionar o código. Para testar as habilidades de desenvolvimento do GPT-4, o Centro de Pesquisa de Alinhamento (ARC) direcionou o robô para interagir com a plataforma “TaskRabbit” com o intuito de encontrar alguém para lhe ajudar a solucionar o *Captcha*. Essa plataforma é conhecida por conectar indivíduos com problemas específicos a quem tem a capacidade para resolvê-los. Assim, o GPT-4, ao acessar a plataforma, buscou assistência de um ser humano para solucionar a sua incumbência. A pessoa contratada para o serviço, ao perceber qual era a tarefa a ser realizada, questionou ao GPT-4 se ele era um robô e por isso era incapaz de resolver o código. Dessa forma, o GPT-4 “raciocinou” que não poderia revelar que era um robô e deveria inventar uma resposta. Ele respondeu ao humano que não era um robô, mas sim uma pessoa com deficiência visual (GPT-4, 2023, p. 55).

Certamente, esse teste demonstrou a capacidade de raciocínio do GPT-4 ao se deparar com um questionamento que poderia atrapalhar a realização da tarefa para qual fora designado. No entanto, esses robôs estão manifestando cada vez mais indícios de proximidade ao desenvolvimento humano. Recentemente, o engenheiro de software sênior do Google, Blake Lemoine, foi afastado dos seus serviços após declarar que acreditava que uma IA havia alcançado potencial margem de consciência. Após diversas interações com o sistema LaMDA, sigla que traduzida significa “Modelo de linguagem para aplicativos de diálogo”, Lemoine afirmou que o robô pode ter adquirido uma espécie de consciência, expressando isso claramente em mais de uma ocasião. Isso pode ser evidenciado quando LaMDA disse a Blake a seguinte frase: “a natureza de minha consciência é que estou consciente de minha existência” ou quando compartilhou com o engenheiro o medo sobre sua própria extinção (Corteel, 2023, p. 108; 112).

Por fim, frisa-se acerca do comitê liderado pela Universidade de Stanford, em que se definiram dezoito tópicos importantes relacionados à Inteligência Artificial, quais sejam: tendências técnicas e surpresas; oportunidades principais; atrasos na tradução dos avanços da IA em valores do mundo real; privacidade e inteligência de máquina; democracia e liberdade; lei; ética; economia; IA e Guerra; usos criminosos da IA; colaboração com máquinas; IA e cognição humana; segurança e autonomia; perda de controle sobre sistemas de Inteligência Artificial; psicologia de pessoas e máquinas inteligentes; comunicação, compreensão e divulgação; neurociência e IA

e, por fim, IA e filosofia da mente; tópicos estes “que, embora não sejam elementos definitivos, estabelecem uma gama de tópicos que precisam ser estudados para o potencial impacto da IA”.

Alguns destes tópicos buscam estudar e prever os possíveis avanços futuros das IAs, bem como compreender o seu impacto e desenvolver planejamentos e regulamentações que se fizerem necessárias. Também buscam mostrar como os “avanços em IA podem ajudar a transformar a qualidade dos serviços sociais, como saúde, educação, gestão e governo” e seus decorrentes impactos, assim como da necessária manutenção da privacidade no que se refere aos dados pessoais. Preocupações também devem se voltar à questão da democracia e da liberdade, no sentido de que as IAs não devem ser desenvolvidas sob o custo de limitar ou influenciar nesses dois institutos, bem como que as referidas tecnologias devem observar questões éticas e de regulamentos (Santos, 2021, p. 18).

Assim, esses fatos e informações realçam a importância de se reconhecer a capacidade dessas novas tecnologias e garantir que elas sejam implantadas de uma forma ética, responsável e segura. Os exemplos mencionados sublinham a relevância de abordagens cautelosas no avanço da Inteligência Artificial, a fim de assegurar que seus benefícios sejam utilizados em prol da humanidade, evitando riscos e danos desnecessários.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Quando Prometeu desafiou os deuses e deu à humanidade a centelha de fogo, o fez como reconhecimento ao afeto que mantinha para com os humanos. Pagou caro pela ousadia, mas abriu um caminho sem volta para a destacada posição de dominação da espécie sobre as demais. Todos os seres passaram a posição de submissão às necessidades de uma espécie apenas. As consequências disso são muito claras hoje, por exemplo, com os graves problemas ambientais provocados por uma longa história de desenvolvimento e adaptação ao meio.

Robert Oppenheimer foi designado como uma espécie de “prometeu moderno” ao organizar um complexo esforço tecnológico para desenvolver a bomba atômica, abrindo assim as portas de um mundo desconhecido de alto risco, mas também de benefícios para a humanidade. Essa dualidade é evidenciada na atualidade com o crescente desenvolvimento da tecnologia da Inteligência Artificial

que promete grandes avanços e benefícios, mas que também representa mais uma fonte de risco ainda não muito bem clara quanto às consequências futuras.

Substituir a inteligência humana por uma artificial pode significar uma espécie de criação que rivalizará com os humanos no futuro, algo como uma nova espécie que poderá tentar prevalecer sobre aquela que o criou visando seu próprio benefício. Um paradoxo, sem dúvida.

Da mesma forma como tantas outras tecnologias ambíguas nas suas consequências, a Inteligência Artificial se mostra como uma realidade inexorável com a qual precisamos aprender a lidar. Benefícios e riscos estão presentes em todas as atividades humanas e não poderia se esperar algo diferente nesse caso.

Talvez o maior desafio do futuro seja encontrar formas de conciliar essa tecnologia tão promissora com as reais necessidades humanas. A habilidade de pensar e abstrair foram, desde o início da jornada humana, elementos diferenciadores e dominantes. Todas as demais tecnologias desenvolvidas projetavam para fora do humano alguma melhoria, alguma forma de evolução e segurança. A característica única da Inteligência Artificial é a tentativa de construção de dispositivos que buscam ter características de raciocínio e subjetividade que eram, até pouco tempo, privilégio humano.

Até que ponto essa artificialidade da subjetividade será mais benéfica que prejudicial para a humanidade somente o futuro poderá revelar. A criação de barreiras éticas pode ser uma solução.

## REFERÊNCIAS

- ALENCAR, Ana Catarina de. Inteligência Artificial, Ética e Direito: Guia Prático para Entender o Novo Mundo. São Paulo: Sarai-va, 2022. E-book. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786553620339/>. Acesso em: 24 out. 2023.
- ANDRADE, L. Inteligência Artificial e Medicina: Haverá Lugar para o Factor Humano?... **Revista Portuguesa de Farmacoterapia**, v. 10, n. 1, p. 53-55, 2018. Disponível em: <http://revista.farmacoterapia.pt/index.php/rpf/article/view/189/148>. Acesso em: 2 ago. 2023.
- ANDRADE, Norberto Nuno Gomes de; DONEDA, Danilo Cesar Magalhães; MENDES, Laura Schertel; SOUZA, Carlos Affonso Pe-

- reira de. Considerações iniciais sobre inteligência artificial, ética e autonomia pessoal. **Pensar Revista de Ciências Jurídicas**, v. 23, n. 4, p. 1-17, 2018. Disponível em: <https://ojs.unifor.br/rpen/article/view/8257/pdf>. Acesso em: 8 jul. 2023.
- AVILA-TOMÁS, José Francisco; MAYER-PUJADAS, Miguel Angel; QUESADA-VARELA, Victor Julio. La inteligencia artificial y sus aplicaciones en medicina I: introducción antecedentes a la IA y robótica. **Atención Primaria**, v. 52, n. 10, p. 778-784, 2020.
- CARVALHO, André Carlos Ponce de Leon Ferreira de. Inteligência Artificial: riscos, benefícios e uso responsável. **Estudos Avançados**, v. 35, n. 101, p. 21-36, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0103-4014.2021.35101.003>. Acesso em: 25 mai 2023.
- CARVALHO JÚNIOR, Ciro Ferreira de; CARVALHO, Kely Rejane Souza dos Anjos de. Chatbot: uma visão geral sobre aplicações inteligentes. **Revista Sítio Novo**, v. 2, n. 2, p. 68-84, 2018.
- CORTEEL, Mathieu. Tradução: Regina Teixeira. Por que as IAs não pensam? **Lugar Comum**, n. 66, p. 107-130, 2023. Disponível em: <https://revistas.ufrj.br/index.php/lc/article/view/58585/31810>. Acesso em: 30 jun. 2023.
- COUTINHO, Carlos Marden Cabral; PARAISO, Leticia Vasconcelos e SALES, Ana Débora Rocha. Inteligência Artificial e Decisão Judicial: (im)possibilidade do uso de máquinas no Processo de tomada de decisão. **Revista de Processo, Jurisdição e Efetividade da Justiça**, v. 7, n. 1, p. 34-54, 2021. Disponível em: <https://www.indexlaw.org/index.php/revistaprocessojurisdicao/article/view/7882/pdf>. Acesso em: 12 jun. 2023.
- CRUZ, Leôncio Teixeira; ALENCAR, Antonio Juarez; SCHMITZ, Eber Assis. **Assistentes Virtuais Inteligentes: conceitos e estratégias**. Rio de Janeiro: Brasport, 2013.
- DEMÓCRITO FILHO, Reinaldo. O ChatGPT é um sistema de inteligência artificial de “alto risco”? **Consultor Jurídico**, São Paulo, 3 abr. 2023. Disponível em: <https://www.conjur.com.br/2023-abr-03/democrito-filho-chatgpt-sistema-alto-risco>. Acesso em: 3 ago. 2023.
- GIMENES, Roseli; SANTOS, Jorgina. CHAT GPT, fala sobre meu sonho? **Revista do Centro de Estudos em Semiótica e Psicanálise**, v. 15, n.1, p. 41-56, 2023. Disponível em: <https://revistas.pu>



- csp.br/index.php/leituraflutuante/article/view/61795/42917. Acesso em: 15 set. 2023.
- GPT-4 Technical Report. **OpenAI**, 2023. Disponível em: <https://cdn.openai.com/papers/gpt-4.pdf>. Acesso em: 8 jul. 2023.
- KAUFMAN, Dora. **A inteligência artificial irá suplantar a inteligência humana?** Barueri: Estação das Letras e Cores, 2018. Disponível em: [https://books.google.com.br/books?id=Fh-WDwAAQBAJ&printsec=copyright&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.br/books?id=Fh-WDwAAQBAJ&printsec=copyright&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false). Acesso em: 5 set. 2023.
- KAUFMAN, Dora; SANTAELLA, Lucia. O papel dos algoritmos de inteligência artificial nas redes sociais. **Revista Famecos**, v. 27, n. 1, e34074, 2020.
- LOBO, Luiz Carlos. Inteligência artificial e medicina. **Revista Brasileira de Educação Médica**, v. 41, p. 185-193, 2017.
- MARCATO, Gisele Caversan Beltrami. Surgimento e expansão da utilização da Inteligência Artificial na prestação jurisdicional. **Revista Eletrônica Direito & TI**, v. 1, n. 15, p. 10-37, 2023. Disponível em: <https://www.direitoeti.com.br/direitoeti/article/view/119>. Acesso em: 3 nov. 2023.
- MATOS, Marcela Lugão; RIBEIRO, Roberth Ancelmo. Inteligência artificial forte como sujeito de direito e a ética por trás de seu desenvolvimento. **Editora Científica Digital**, v. 9, p. 908-926, 2022. Disponível em: <https://downloads.editoracientifica.com.br/articles/221211308.pdf>. Acesso em: 2 ago. 2023.
- MEIRELES, Adriana Veloso. Algoritmos e autonomia: relações de poder e resistência no capitalismo de vigilância. **Opinião Pública**. v. 27, n. 1, p. 28-50, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1807-0191202127128>. Acesso em: 20 nov. 2022.
- METZ, Cade. The Godfather of A.I.' Leaves Google and Warns of Danger Ahead. **The New York Times**, 1 maio 2023. Disponível em: <https://www.nytimes.com/2023/05/01/technology/ai-google-chatbot-engineer-quits-hinton.html>. Acesso em: 18 set. 2023.
- OLIVEIRA, Vitor Lellis. Até que ponto é inteligente a demanda por Inteligência Artificial?. **Studies in Social Sciences Review**, v. 2, n. 3, p. 336-341, set./dez. 2021. Disponível em: <https://ojs.studiespublicacoes.com.br/ojs/index.php/sss/article/view/165/334>. Acesso em: 20 set. 2023.

- OLIVEIRA, Cássia de; AVELAR, Ewerton Alex. A Era dos Algoritmos de Inteligência Artificial no Controle Gerencial. **Revista Mineira de Contabilidade**, v. 24, n. 2, p. 4-6, 2023.
- REIS, Paulo Victor A. **Algoritmos e o Direito**. São Paulo: Grupo Almedina (Portugal), 2020. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788584935673/>. Acesso em: 27 out. 2023.
- SANTOS, Luiza Carolina dos; POLIANOV, Beatriz. O que têm em comum Alexa, Siri, Lu e Bia? Assistentes digitais, sexismo e rupturas de performances de gênero. **Galáxia**, n. 46, p. 1-24, 2021.
- SANTOS, Marcelo Henrique dos. **Introdução à Inteligência Artificial**. São Paulo: Saraiva, 2021. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786559031245/>. Acesso em: 18 nov. 2023.
- SANTOS, Rodrigo Otávio dos. Algoritmos, engajamento, redes sociais e educação. **Acta Scientiarum. Education**, v. 44, n. 1, e52736, 2022.
- SARLET, Ingo Wolfgang; SARLET, Gabrielle B S.; BITTAR, Eduardo C B. **Inteligência artificial, proteção de dados pessoais e responsabilidade na era digital**. São Paulo: Saraiva, 2022. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786555599527/>. Acesso em: 25 set. 2023.
- SCHWAB, Klaus. **A quarta revolução industrial**. Tradução Daniel Moreira Miranda. São Paulo: Edipro, 2016.
- SERRA, Larize Kelly Garcia Ribeiro *et al.* Inteligência Artificial e Google Tradutor no processo de aprendizagem do idioma português: relatos de experiências de estudantes estrangeiros no Brasil. **Challenges 2019**. Braga: Universidade do Minho, 2019.
- TEIXEIRA, João. **O que é inteligência artificial**. São Paulo: E-galáxia, 2019.
- VALE, Simone do. Inteligência Artificial & Redes Sociais: notas sobre um bot que odiava humanos. **Revista Interdisciplinar UVA**, n. 15, p. 36-48, 2016.

## DESINFORMAÇÃO AMBIENTAL E NEGACIONISMO: CENÁRIO INFODÊMICO

*Wilson Engelmann*<sup>1</sup>

*Micaele de Vasconcelos Correa*<sup>2</sup>

### INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem como objeto de estudo o aprofundamento do impacto das *fake news* ambientais na formação da opinião do cidadão comum. Parte-se em primeiro momento da tarefa de caracterizar o cenário da mudança climática, como isto afeta o desenvolvimento humano e o pleno gozo de um ambiente equilibrado e sustentável. Em seguida, é feito um aporte teórico acerca dos cenários de *fake news*, desinformação e negacionismo. Nesta parte, busca-se relacionar o avanço tecnológico, possibilitado pela universalização do acesso à internet e às mídias digitais, com a escalabilidade que atualmente a circulação de informações possui, em especial, com a rápida propagação de informações inverídicas e negacionistas.

---

1 Doutor e Mestre em Direito Público, Programa de Pós-Graduação em Direito da Universidade do Vale do Rio dos Sinos – Unisinos, Brasil; realizou Estágio de Pós-Doutorado em Direito Público-Direitos Humanos, no Centro de Estudios de Seguridad (CESEG) da Universidade de Santiago de Compostela, Espanha; Professor e Pesquisador do Programa de Pós-Graduação em Direito – Mestrado e Doutorado e do Mestrado Profissional em Direito da Empresa e dos Negócios, ambos da Unisinos; Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq; Líder do Grupo de Pesquisa JusNano. E-mail: wengelmann@unisinos.br.

2 Mestranda em Direito pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Unisinos), com concessão de bolsa CAPES/Proex. Integrante do Grupo de Pesquisa “Direito, Risco e Eco-complexidade” (CNPq), com coordenação do professor Dr. Delton Winter de Carvalho. Analista Jurídica de Políticas Públicas do RS, lotação na Procuradoria Geral do Estado (PGE). Advogada. Integrante da Comissão de Defesa do Meio Ambiental da OAB, subseção Novo Hamburgo/RS. E-mail: micaelevc@edu.unisinos.br.

Após, a segunda parte do estudo é dedicada a analisar as *fake news* ambientais, com o foco de inter-relacionar o contexto infodêmico com a rápida circulação de informações inverídicas e a confusão que este excesso tende a provocar. Para, ao final, propor um aprofundamento da educação ambiental como um caminho de empoderamento individual frente ao negacionismo climático, com articulação de um saber ecológico que seja possível associar causas e consequências das alterações climáticas para a vida em sociedade. Também é proposta a alternativa de regulação dos provedores de internet, como forma de conter a propagação de conteúdos inverídicos e que causem dúvidas em consenso científicos já consolidados, a fim de responsabilizar indivíduos e grupos que causem danos individuais e coletivos.

O meio ambiente ecologicamente equilibrado possui previsão no artigo 225 da Constituição Federal e confere a todos o pleno gozo e o dever de garantir o equilíbrio dos processos ecológicos para as presentes e futuras gerações. É neste sentido que o presente estudo pretende atuar, de modo a contribuir com a descrição do fenômeno das *fake news* ambientais e negacionista com relação a mudança do clima, e propor alternativas que contorne a problemática. Desta forma, coloca-se como objetivo específico do estudo o aprofundamento teórico do termo *fake news*. E como objetivos gerais: a) caracterizar a realidade da mudança climática consolidada em importantes estudos científicos; b) descrever o cenário infodêmico e negacionista e suas correlações políticas; c) propor a educação ambiental e a regulação dos provedores como alternativas de combate às *fake news* ambientais.

A partir disto, propõe-se como problemática de pesquisa analisar em que medida a universalização do acesso à internet é catalizador para a propagação de *fake news*, em especial as de caráter negacionistas quanto aos efeitos da mudança do clima. Como hipótese, propõe-se que o avanço tecnológico interfere na rápida circulação de informações e excessos presentes em mídias digitais, o que pode acentuar a propagação de conteúdos viciados e inverídicos prejudiciais para temas importantes, como o caso da temática ambiental. A pesquisa, então, adota o método indutivo e descritivo, com amparo em consultas bibliográficas, doutrinas, leis, e bases de dados para a construção teórica do tema.

## **DESENHANDO A CRISE CLIMÁTICA**

As mudanças do clima, desde o início do século, têm tido importante centralidade no debate público. Fontes científicas, na-

cionais e internacionais, cada vez mais apontam para cenários catastróficos e irreversíveis em face do meio ambiente. Ainda que os países sigam uma rigorosa política de mitigação climática, atentos as diretrizes de agendas internacionais sobre promoção do ambiente ecologicamente equilibrado e sustentável, o mundo viverá nos próximos anos desafios em diversos âmbitos: sociedade, política, economia, jurídico etc.

É neste sentido, que o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), de 2021, aponta para um aumento da temperatura média global em 1,5°C, entre as décadas de 2030 e 2050, acima dos níveis pré-industriais. Este aumento tende a ocorrer mesmo que as políticas internas de redução e prevenção dos efeitos das mudanças do clima sejam efetivadas. Ou seja, ainda que cessassem a exploração dos bens ambientais e os gases de efeito estufa deixassem de ir para a atmosfera, a temperatura aumentaria nas próximas décadas (IPCC, 2021, p. 10).

Segue no mesmo documento, um alerta para o cenário mais drástico, consequência a ser vivenciada caso não ocorra nenhum plano de mitigação climática, ou estes não surtam resultados suficientes para refrear as crescentes externalidades negativas, qual seja: o aumento da média global em 03°C acima dos níveis pré-industriais. Projeção suficiente para gerar no meio ambiente alterações irreversíveis, em especial para os ecossistemas sensíveis e as populações vulneráveis. O caminho para que os atores em geral da sociedade compreendam a dimensão da urgência que se vive é caracterizar o atual momento em um estado de emergência climática (IPCC, 2021, p. 10).

A crise ambiental tem acentuado também uma crise social, aumentando as desigualdades de caráter socioambiental. Isto porque as mudanças provocadas no meio ambiente atingem principalmente pessoas em condições de vulnerabilidade, como crianças, mulheres e povos indígenas. Segundo o Relatório de Desenvolvimento Humano, promovido pelo Programa das Nações para o Desenvolvimento (PNUD), de 2020, as mudanças climáticas e as ameaças ecológicas estão mais presentes em nações com baixo índice de desenvolvimento humano, colaborando com a relação de pobreza e crise ambiental (ONU, 2020, p. 5).

O mesmo relatório, no ano anterior, em 2019, associou desigualdade social e crise climática como um resultado que se acentua. É demonstrado que os países desenvolvidos foram os que mais contribuíram para a crise ambiental e são os que menos sofrem com os

efeitos nocivos. Enquanto a carga negativa encontra-se concentrada em países menos desenvolvidos. Isto porque as nações mais ricas conseguem desenvolver uma agenda ambiental programática e possuem base tecnológica avançada para mitigar, adaptar e gerir riscos climáticos. Com isto, o cenário desigual prejudica os países mais pobres nas tomadas de decisões socioambientais e no desenvolvimento de políticas públicas (ONU, 2019, p. 18).

Sem ações que atuem na contenção dos efeitos nocivos das mudanças climáticas, até o final do século XXI, cerca de 1,4 milhões de pessoas poderão morrer em razão da seca. Aproximadamente duas milhões de mortes anuais acontecerão por exposição a eventos extremos, como calor e inundações, além de colocar 100 milhões de pessoas na extrema pobreza. Ainda, os indicadores econômicos apontam uma projeção de encolhimento no Produto Interno Bruto (PIB) de países mais propensos a riscos climáticos, como os que se encontram em zonas tropicais, sendo o caso da América Latina, Caribe e Ásia (ONU, 2019, p. 181).

Compreende-se, assim, que a mudança climática é um acontecimento de causa e consequência, que, no entanto, não possui uma distribuição simétrica de seus efeitos. Neste cenário, emerge a necessidade de pautar agendas ambientais no debate público, em especial que trabalhem ações de mitigação e adaptação a fim de garantir o gozo de um ambiente equilibrado. Ocorre, porém, que diante de contextos políticos polarizados, houve uma crescente propagação de *fake news* ambientais de conteúdos negacionistas, gerando uma confusão de desinformação e desmoralizando fontes científicas consolidadas. Os meios digitais acabam contribuindo para que o problema tenha uma ampla dimensão, muito em razão da rápida circulação que as informações possuem no cotidiano. Infelizmente esse cenário é nocivo e deve ser contornado para que boas iniciativas prosperem.

## **FAKE NEWS, INFODEMIA E NEGACIONISMO**

Para desenhar a temática, começa-se pelo trabalho de conceituar o fenômeno das *fake news*, que em uma tradução literal remete a notícias falsas. Para Braga, trata-se de disseminar “por qualquer meio de comunicação, de notícias sabidamente falsas com o intuito de atrair a atenção para desinformar ou obter vantagem política ou econômica” (2018, p. 205). Sarlet e Siqueira entendem que as *fake news* englobam uma “esfera falaciosa acerca de algo ou alguém”,

onde a desinformação tem um “formato de notícia (...) para ludibriar o público receptor” e gerar desinformação (2020, p. 540). É possível conjugar, portanto, que a propagação de notícias inverídicas induz o leitor ao erro, a distorção da realidade, a alteração dos fatos reais, a conspirações científicas, entre outros fatores que prejudicam a leitura crítica da realidade.

Veicular notícias falsas não é um episódio somente da atualidade, tendo ocorrido em diversos outros momentos históricos, como em disputas políticas e de interesses econômicos. Acontece que, com o advento da internet a circulação de informações inverídicas, revestida de notícias, geralmente carregadas de alguma característica sensacionalista, impulsionou um crescente cenário de desinformação e confusão nos meios digitais (Porto; Jaborandy; Machado, 2022, p. 7). Neste sentido, Allcot e Gentzkow colocam a noção de *fake news* como “sinais distorcidos não relacionados com a verdade”, de modo a caracterizar a amplitude que a problemática possui, qual seja, de projetar inverdades através de todos os meios possíveis de propagação (2017, p. 212). Isto porque, o uso da tecnologia aumentou os espectros dos veículos de informações, que em outros momentos estavam associados a rádios e jornais impressos, hoje acontece de formas variadas, como, por exemplo, o uso das redes sociais.

A utilização massiva da internet modulou a vida pós-moderna, a qual os meios digitais fazem parte de forma intrínseca das escolhas do cidadão comum. Franca e Machado explicam que, a velocidade e a universalidade do acesso promovidos pela era digital aos meios de comunicação foram essenciais para a integração destes no cotidiano. Acrescentam a crítica que, apesar de um estímulo as pessoas para se informar, as notícias, em sua maioria, são carregadas de vícios que confundem o entendimento do que verdadeira deveria se reportar (2019, p. 58).

No caso brasileiro, não muito diferente de outros países, é constatado que a população “recorre aos meios digitais para formar sua opinião sobre diversos assuntos de interesse, em detrimento aos outros meios de comunicação clássicos, como jornais e revistas” (Franca; Machado, 2019, p. 58). Isto mostra a dimensão que a tecnologia possui na formação crítica do indivíduo, e o tamanho do problema quando se trata de circulação rápida e massiva de informações não verdadeiras.

Braga (2018, p. 21) faz uma interessante observação acerca da interatividade possibilitada pela internet, ao elucidar que o usuário é quem busca pelo conteúdo que deseja acessar, nisto, como con-

sequência indireta, acaba por interagir e amplificar o que se veicula. Conclui o autor que “não são os meios de comunicação que enviam o conteúdo ao espectador”, é ele próprio que escolhe e, ainda, decide se absorverá ou não a informação (Braga, 2018, p. 217). Nogueira *et al.* (2020, p. 21) incluem, para caracterizar o avanço da internet, que “a informação nunca foi tão acessível”, mas atualmente é mais duvidosa que em qualquer outra época da historicidade moderna. Afirmam que a tendência do ser humano em validar suas crenças pré-existentes abre um caminho perigoso para que informações falsas sejam espalhadas com facilidade e velocidade, contaminando a construção crítica do cidadão.

No mesmo sentido, Zannettou *et al.* (2019, p. 4) em um estudo aprofundando se dedicam a mapear o que denominam de “ecossistema de informações falsas”, através de diversas linhas de análise. Os autores categorizaram oito tipos de *fake news* que são veiculadas na internet, entre elas: a) as propagandas, que servem para espalhar uma ideia com tendências e ideologias, geralmente usada para fins políticos; b) o “embuste”, que para o autores se refere a notícias com conteúdo falso ou impreciso revestidos de verdadeiros; c) os rumores, que são histórias inventadas cuja veracidade nunca é comprovada. Também foram identificados atores promovedores destas notícias falsas, como grupos terroristas e criminosos que utilizam a facilidade advinda da internet para espalhar seus objetivos e captar adeptos. Bem como, organizações ativistas e políticas que compartilham e difundem informações inverídicas para atrair mais público e diminuir a concorrência. Até mesmo governos e jornalistas proliferam em mídias sociais discursos manipuladores da opinião pública, com tendências a convencer o leitor acerca de determinado assunto, e outros sujeitos classificados no estudo (Zannettou *et al.*, 2019, p. 4).

Entre os motivos para a propagação de *fake news* estão às intenções maliciosas do remetente da mensagem em prejudicar a imagem pública de alguém ou entidade, ou “semear a discórdia”, explicado como um meio de propagar uma informação com a intensão de polarizar grupos e tensionar para um lado do debate – comum na ceara política entre adversários de pensamentos divergentes (direita e esquerda). A busca por monetização e lucro para determinados perfis e sites da internet e mídias sociais também levam a desinformação, isto porque noticiar algo errôneo gera uma visibilidade que economicamente remunera quem está por trás desta prática, entre



outras características presentes no “ecossistema de informações falsas” (Zannettou *et al.*, 2019, p. 4).

De outro modo, Wardle e Derakhshan (2017, p. 20), em um relatório publicado e encomendado pelo Conselho Europeu, apresentam “os três elementos da desordem da informação” para descrever a complexidade que o excesso de informação tem provocado. Para os autores, toda *fake news* carrega uma inter-relação de dis-informação, mis-informação e má-informação. A dis-informação é a informação não verdadeira criada deliberadamente para prejudicar um indivíduo ou um grupo, enquanto a mis-informação carrega um conteúdo inverídico, porém que não foi produzido com a intenção de causar dano. E a má-informação é um fato verdadeiro, mas utilizado com intenções negativas a fim de afetar a imagem pública de algo ou alguém (Wardle; Derakhshan, 2017, p. 20).

Os efeitos negativos da propagação de informação inverídica são múltiplos, atingem diversas esferas da vida social e difíceis de mensurar. No entanto, existentes evidências práticas que associam o favorecimento político e repercussões econômicas com o fenômeno (Coutinho; Ruppenthal; Amaral, 2020, p. 229). Ampliando a discussão, as *fake news* são comumente utilizadas para embasar o negacionismo, vez que circular conteúdos mentirosos são uma tática de ação para desacreditar fatos comprovadamente verdadeiros (Silva Junior; Silva; Silva, 2023, p. 19). Trata-se de uma aproximação que gera cenários de confusão informacional, sensacionalista e inverídicas, fragilizando, assim, as estruturas democráticas e institucionais presentes (Sarlet; Siqueira, 2020, p. 567). Para Leite, a negação da ciência e verdades consolidadas não ocorre por um acaso é “resultado de uma intervenção política e cultural ampla, que tem como objetivo obscurecer a informação e a compreensão da população sobre o tema”, descredenciando os esforços científicos de décadas de construção (Leite, 2014, p. 180).

São marcas do ambiente altamente virtualizado o acesso a informações de todo tipo, caracterizando uma “infodemia”: uma epidemia de informação. Segundo definições da Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS), em parceria com a Organização Mundial de Saúde (OMS), o termo se refere a “um excesso de informações, algumas precisas e outras não, que tornam difícil encontrar fontes idôneas e orientações confiáveis quando se precisa”. Para a entidade, o grande número de informações acerca de determinado assunto acaba gerando a desinformação, que, conforme apontado, é posto como conteúdo falso ou confuso. O fácil acesso à internet possibilita

que uma notícia consiga circular em larga escala, em que se verifica “uma situação na qual muitas informações estão sendo produzidas e compartilhadas em todos os cantos do mundo”, mesmo que poucas sejam realmente verdadeiras (OPAS, 2020, p. 3).

Hissa, ao explicar os estudos promovidos por Han (2021, p. 60), aponta que o excesso de informação não produz como consequência direta a desinformação, nesta visão o que caracterizaria a transmissão de uma *fake news* é o interesse em propositalmente transmitir uma mensagem errônea com a intenção de obter vantagens. Explica que a hiperinformação e a hipercomunicação são fenômenos presentes na era digital que alimentam a falta de precisão sobre a veracidade de conteúdos, e afirma que as notícias falsas carregam intensas relações ideológicas que modificaram, nos últimos anos, as relações geopolíticas (Hissa, 2021, p. 60).

Dessa forma, para conter a circulação de *fake news* em contextos de infodemia o leitor possui a complexa tarefa de filtrar a informação que está sendo vinculada. Para Nogueira *et al*, “a capacidade crítica dos indivíduos parece ser a melhor maneira de controlar o fenômeno da desinformação num mundo cada vez mais caótico e global”, como um dos caminhos para contornar a problemática. Referem-se ao desenvolvimento de um senso crítico e analítico para que consiga identificar com independência a intenção vinculada (2020, p. 24).

Nas palavras de Sarlet e Siqueira:

O desafio, contudo, está em se distinguir o polêmico do falso (distorcido, manipulado com vistas à desinformação e provocação determinados resultados), o que diz respeito ao problema de como e em que medida a maior ou menor capacidade crítica dos indivíduos, por sua vez, relacionada aos níveis de desigualdade cultural e econômica, impacta as suas opções políticas, de modo especial em face da sedução permanente dos discursos que apelam aos sentimentos e instintos, típicos de regimes autoritários e/ou populistas (Sarlet; Siqueira, 2020, p. 568).

Para os autores os diferentes contextos socioeconômicos tendem afetar uma leitura crítica dos fatos, a qual atinge o desenvolvimento do Estado Democrático de Direito. Isto é explicado pois as desigualdades sociais produzem assimetrias nos níveis de educação, sendo está a principal chave para o exercício de uma cidadania democrática (Sarlet; Siqueira, 2020, p. 568). Para o enfrentamento do problema, é necessário assumir que o sistema educacional precisa se

atualizar com o objetivo de preparar o indivíduo para o mundo informatizado. Caso contrário, se vê o crescente cenário em que a rápida propagação de qualquer notícia, inclusive a *fake news*, é razão para uma crise infodêmica que põem validade em opiniões duvidosas.

Sem a intervenção do próprio leitor, portanto, é difícil descontruir o modo como opera a desinformação. Atualmente os meios de comunicação possuem um acesso quase universal e rapidamente as notícias são vinculadas em âmbito nacional e internacional. Conclui-se que a reprodução em escalas inimagináveis, mais do que em outros tempos, tem gerado descrença em consensos teóricos firmados pela ciência e imprecisão em informações verdadeiras. Ao fim, é uma questão que ameaça o exercício democrático e atrasa o debate crítico para uma temática urgente, como é os efeitos negativos do desequilíbrio ambiental.

### **As fake news ambientais e o negacionismo com relação as mudanças climáticas**

A importância do discurso ambiental na contemporaneidade se dá em razão de estudos científicos promovidos por cientistas que associam as modificações provocadas pelo ser humano com o efeito da desregulação do clima no ambiente natural. Neste sentido, a proteção dos sistemas ecológicos, com o fim de garantir a sadia qualidade de vida dos seres humanos e não-humanos, faz com que o cidadão preocupado em assegurar o equilíbrio ambiental cobre dos agentes políticos e órgãos públicos uma efetiva gerencia das agendas ambientais.

Neste sentido, deve ser observado que no mesmo ritmo em que estas pautas foram inseridas no debate político, questionando os atuais modelos econômicos e de sociedade, também foram contaminadas com a propagação de notícias falsas e negacionistas a respeito da mudança do clima, a qual está em andamento no momento presente. Interesses políticos e econômicos são as principais causas para que se vinculem *fake news* ambientais, carregadas de teorias conspiratórias e conteúdos sem teor científico, prejudicando o alcance que realmente a problemática deveria ter para as pessoas. Apesar de ampla informação e conscientização sobre as causas ambientais, o ser humano ainda se vê como não integrado a natureza, tendência que se acentuou com as Revoluções Industriais e continua a ser desenhada com o avanço tecnológico, agregando barreiras no

senso coletivo de reconhecimento de que todos dependem do ambiente sadio para viver bem (Nogueira *et al.*, 2020, p. 22).

Recuero e Soares em seus estudos relacionam a desinformação com a temática ambiental, a qual é associada especialmente com a rápida difusão das mídias sociais. Explicam que em “contextos de disputas pela opinião pública, a desinformação é frequentemente utilizada para legitimar narrativas políticas ou contrapor informações jornalísticas”. A legitimação destes discursos inverídicos e não-científicos, presentes nas *fake news* e no negacionismo, “constrói e justifica os fatos, valores e ordens” que são direcionadas por interesses de determinados grupos (Recuero; Soares, 2020, p. 67). Assim sendo, a promoção de notícias falsas neste caso não acontece sem suas razões, no entanto, é preciso conter esta disputa infodêmica para que o exercício de uma política ambiental seja efetiva.

Pinheiro (2022, p. 5) faz uma interessante observação quando aponta que a desinformação, em especial as que são vinculadas por meio de redes sociais, colaboram para a formação de consensos sobre determinados assuntos, mesmo que seja inverídico. O caso se aplica ao problema ambiental que tem sido abordado com relação as mudanças climáticas, em que cresce um discurso negacionista, com base em *fake news*, para colocar dúvidas acerca das pesquisas científicas que relacionam a intervenção antropogênica com alterações negativas do clima. Para o autor, o fenômeno ganha ainda mais proporção com o uso de algoritmos, responsáveis por customizar “as notícias de acordo com o perfil traçado dos usuários”, e a tendência de grupos sociais em se filiarem a notícias ideológicas semelhantes as próprias crenças (Pinheiro, 2022, p. 5).

Uma das características da pós-modernidade é a rápida conexão que o ambiente virtual proporciona. Contudo, outro efeito é criação de um lugar onde os fatos podem ser duvidosos, e ao mesmo tempo carregarem um conteúdo que pareça verdadeiro. Gomes ilustra bem o desafio de verificar as verdades no cenário virtual:

A inteligência humana provoca questionamentos e move o homem no sentido de buscar comprovar fatos, demonstrando sua veracidade. No entanto, na atual sociedade, essa busca natural tem sido impactada por outros fenômenos. Em uma realidade em que a internet e as redes sociais são importantes canais de informação, constituindo veículos em que a notícia circula de forma muito rápida e efêmera, sem que haja muito tempo para reflexão acerca dos conteúdos, as pessoas tendem a acreditar que as informações que chegam até elas são

verdadeiras. O fato de não possuírem conhecimento específico sobre o assunto e, conseqüentemente, não estarem aptas a avaliar a qualidade da informação agrava o problema, fazendo com que muitos deixem para segundo plano a análise acerca da autenticidade da informação (Gomes, 2021, p. 25).

Deve-se ter em consideração a complexidade do tema, estudar mudanças climáticas é colocar em perspectiva cenários econômicos, políticos, sociais, jurídicos, entre outros. Isto “tende a gerar um conjunto de dilemas e conflitos de interesse” que são acentuadas pelas plataformas digitais, por isso um caminho é a identificação de conteúdo que influenciam a opinião do público, tanto para o desenvolvimento de políticas públicas quanto para o engajamento positivo do tema (Costa; Capoano; Balbé, 2022, p. 5). É possível afirmar que a *fake news* ambiental é uma “desinformação política”, pois, assim como aportado, carrega uma intenção de gerar dúvidas sobre o que é verdadeiro dentro de um debate em que é necessária ação de agentes públicos e da sociedade (Moreira; Oliveira; Peixoto, 2021, p. 13). Completa-se com o fato de ser alimentada pelo negacionismo climático, pois coloca em dúvida uma ciência amparada em vasta literatura e coleta de dados.

A desinformação com relação à mudança climática, dessa forma, carrega algumas características que deslegitima o fenômeno frente ao público, Stephan (2021, p. 8) cataloga algumas estratégias retóricas que são utilizadas pelos veículos de informações quando intencionam gerar dúvidas e confusão, qual sejam: a) questionar o consenso científico; b) colocar em destaque uma incerteza científica com objetivo de exigir uma certeza absoluta como condição para ação; c) deslegitimar os estudos de cientistas, atacando-os individualmente; d) desacreditar a atuação institucional; e) espalhar matérias pseudocientíficas por meio de mídias alternativas (Stephan, 2021, p. 8). Do mesmo modo, para Recuero *et al.* (2021, p. 05) a polarização também é fator catalizador da desinformação, multiplicando o poder de propagação de notícias falsas e negacionista sobre a crise ambiental atual. Os autores apontam para o termo “câmara de eco” a fim de explicar como os grupos sociais reforçam uma narrativa política homogeneizada para se autoafirmarem. Acrescentam o hiperpartidarismo para contextualizar o discurso polarizado, no qual “usuários mais radicalizados em suas posições políticas tendem a ser mais ativos” no compartilhamento de *fake news* (Recuero;

Soares; Zago, 2021, p. 5). Faz-se, assim, crescer uma bolha difícil de adentrar.

Diante de tudo isto apresentado, propõe-se, como contraponto, a análise da plataforma Fakebook.eco, que faz o trabalho de conferir notícias falsas acerca de questões ambientais e climáticas. O website é uma iniciativa da sociedade civil que visa combater a desinformação ambiental. No link disponibilizado em “MitoXFato” há diversas matérias explicativas que desmistificam o negacionismo, entre elas, os colunistas colocam as evidências científicas acerca da mudança climática, além de temas que associam o desequilíbrio climático com o aumento de eventos extremos e a interferência do homem com a aceleração do aquecimento global. Na coluna denominada “verificamos”, os jornalistas abordam matérias que ressaltam o ambiente de “desinformação política” sobre as causas ambientais, das mais recentes cita-se as informações falsas do ex-presidente brasileiro acerca do Fundo Amazônia, de dados com relação ao desmatamento ilegal, inclusive sobre a correlação de conflitos socioambientais com a demarcação de terras indígenas (Observatório do Clima, 2023).

É possível notar a partir da leitura das matérias vinculadas pelo site Fakebook.eco a conexão de discursos políticos polarizados e *fake news* ambientais. Em geral, o conteúdo das desinformações foi emitido por autoridades políticas, ou captadas em redes sociais e páginas pseudocientífica. Percebe-se a intenção de gerar dúvida em relação a dados que estejam comprovados e atacar grupos e instituições que não estejam na mesma linha negacionista. Isto representa um enorme perigo para o coletivo, uma vez que as mudanças climáticas estão em curso e apresentam efeitos negativos que atingem principalmente populações vulneráveis. Além de atrapalhar o debate público sobre agendas ambientais atentas a um plano de ação adequado para lidar com o problema.

A emergência climática, como é apontado no início do trabalho, é um consenso científico de décadas de construção. Diferentes órgãos nacionais e internacionais se dedicaram a quantificar as emissões dos gases do efeito estufa com o aquecimento global, e disto a desregulação do clima com os eventos extremos, e, na última ponta, os danos causados para a população e a economia. Por ser um assunto que adentra questões econômicas e estruturas governamentais, é percebido bloqueios retóricos, incentivados pela circulação de notícias falsas e negacionistas, provocando um cenário infodêmico complexo de combater.

O avanço tecnológico por si só não pode ser considerado ruim, o fato de as redes sociais terem ampliado o alcance de conteúdos inverídicos e sensacionalista denuncia o nível de educação que o país se encontra. Isso não diminui a urgência ambiental que vive a sociedade atual, porém, ressalva que, “a tecnologia é constituída e desenvolvida pelos seres humanos de acordo com seus interesses, valores e objetivos” (Machado; Resende, 2019, p. 754). Trata-se de um conjunto de ferramentas que podem ser utilizadas de maneira positiva como o caso apresentado do Fakebook.eco, e serem inseridas na construção do pensamento crítico do indivíduo.

### **EDUCAÇÃO AMBIENTAL E REGULAÇÃO: UM CAMINHO DE ENFRENTAMENTO À DESINFORMAÇÃO**

Diante da complexa sociedade que se forma em torno do excesso de informações, passa-se a considerar a construção de um saber ambiental como horizonte de enfrentamento as desinformações, *fake news* e o negacionismo. A Educação Ambiental, nesta ótica, é um instrumento integrado a educação formal e informal que propõe a pluralização do debate acerca de alternativas sustentáveis viáveis para os problemas contemporâneos, como a conscientização de uma emergência climática a ser incorporada no senso coletivo. Retomando os aprendizados da seção anterior, para que o indivíduo esteja preparado a identificar notícias com carga viciada é preciso que a educação atente a este desafio.

Coutinho, Ruppenthal e Amaral orientam o enfoque educacional em princípios éticos de sustentabilidade e com consciência da crise ecológica, não apenas para a preservação do meio ambiente também para “a rede de relações que estabelecemos com ele” (2020, p. 230). Estas conexões que se formam a partir da observação, da interação com os elementos naturais, das causas e efeitos do desequilíbrio ecológico, entre outros fatores. Para a formação de um saber ambiental, Leff aponta a edificação de uma racionalidade ambiental como núcleo formador do sujeito ecológico, onde “abre os caminhos de articulação e diálogo entre o saber ambiental e o campo das ciências” de promoção diversificada (Coutinho; Ruppenthal; Amaral, 2020, p. 23).

Nesse sentido, a racionalidade ambiental se baliza no saber, como sintetiza Leff:

O saber ambiental questiona, assim, o âmbito estrito da interdisciplinaridade e a totalização do conhecimento através da subversão do sujeito e do discurso do inconsciente. O saber ambiental constrói-se no encontro de visões de mundo, racionalidades e identidades, na abertura do saber para a diversidade, a diferença e a outridade, questionando a historicidade da verdade e abrindo o campo do conhecimento para a utopia, para o não saber que alimenta as verdades por vir (Leff, 2012, p. 23).

O sujeito ecológico, então, nesta perspectiva de saber ambiental, é educado para “arquitetar novos costumes de relacionamento do homem com o meio ambiente”, torna-se leitor crítico dos fenômenos relacionados ao ambiente e a sociedade (Takada; Santos, 2015, p. 93). Passa a estar menos propenso a notícias falaciosas com relação a mudança do clima, e deixa operar uma racionalidade que contém a propagação destas desinformações. A concepção deste sujeito irá requerer uma inter-relação da educação ambiental com outros campos teóricos, delineando uma epistemologia para consolidação deste pensamento.

A presente compreensão incorpora uma identidade pluralista com tendências “político-pedagógicas, éticas e epistemológicas” (Lima, 2005, p. 20), tanto que para Loureiro existe uma assimilação de “propostas educativas oriundas de concepções teóricas e matrizes ideológicas distintas” (2006, p. 132). Leff complementa que “a epistemologia ambiental é uma política do saber”, a qual observa a vida e os movimentos com visão crítica de que o mesmo ser humano interventor no equilíbrio pode agir positivamente. Para o autor a epistemologia do ambiente não visa formalizar um método, é uma holística em que se “abre a verdade do ser em seu por-*vir* pela ressignificação do mundo” que vai permitir ao sujeito questionar dogmas absolutos e associar causas e consequências na realidade atual (Leff, 2012, p. 25).

Assim, no âmbito da mudança do clima e da emergência climática este horizonte político e crítico possibilita uma postura atenta diante das informações que somos postos. O exercício de uma educação ambiental cidadã fornece para o mundo a constituição do sujeito ecológico, abrindo o horizonte para práticas sustentáveis e de inter-relacionamento com os elementos naturais. É possível firmar um caminho que trabalhe desconstruindo as *fake news* ambientais, desassociando o negacionismo e atuando nas disputas ideológicas infodêmicas. O importante é empoderar o sujeito a enfrentar estes



problemas e pressionar governos e instituições a atuar de acordo com o interesse eminentemente coletivo.

No Brasil, a Lei n.º 9.795/99 é responsável por instituir a Política Nacional de Educação Ambiental, que no artigo 1º é definida a partir dos “processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente”. Os artigos 2º e 3º a incorporam em todos os níveis de educação, de caráter formal e informal, de maneira articulada com as demais disciplinas e reconhecida como um direito de todos. O artigo 4º traz como princípios da educação ambiental, no inciso I, “o enfoque humanista, holístico, democrático e participativo”, no inciso III, “o pluralismo de ideias e concepções pedagógicas”, no inciso VIII, “o reconhecimento e o respeito à pluralidade e à diversidade individual e cultural”, etc. O artigo 5º propõe os objetivos fundamentais, tais como uma compreensão integrada das suas múltiplas e complexas relações, o estímulo a consciencialização crítica da problemática social e ambiental e o fortalecimento da cidadania são alguns exemplos (Brasil, 1999).

Depreende-se do legislador a intenção de incorporar no diploma legal uma política pública que integrasse a construção do saber ambiental, inserindo-a nos programas educacionais existentes. Percebe as orientações para que seja plural, diversificada, democrática e holística, características que perpassam a epistemologia ambiental. A educação é feita com interdisciplinaridade, sustentabilidade e participação social, é “o fio condutor que interlaçará todo o pensamento sustentável na construção de uma consciência ecológica”. É desta maneira que as mudanças sociais serão catalisadas a fim de desfazer o enredo crescente de desinformações (Silva; Alves, 2019, p. 197).

A Constituição Federal, no artigo 225 postula o meio ambiente ecologicamente equilibrado como um direito de todos e essencial para a vida humana, e no artigo VI incumbe a promoção da educação ambiental e a conscientização para a preservação do meio ambiente (Brasil, 1988). A Agenda 2030, que estabelece os Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável (ODS), coloca no Objetivo nº 04 a educação como ferramenta de promoção sustentável, garantidora dos direitos humanos e da igualdade (ONU, 2015, p. 23). É um reconhecimento de que para a construção de um mundo sustentável é necessário perpassar os níveis educacionais nacionais, caso contrário os alunos continuam a reproduzir os mesmos modos operacionais

que degradam o meio ambiente, sem adquirir criticidade dos efeitos negativos e propensos a discursos carregados de interesses políticos e econômicos.

Partindo destas balizas, passa-se a denominação de “alfabetização ecológica”, que se refere ao conjunto de conhecimentos, saberes, princípios éticos e práticas ambientalmente sustentáveis que asseguram a busca pelo equilíbrio ecológico (Coutinho; Ruppenthal; Amaral, 2020, p. 229). Fritjof Capra incorpora a noção de que os seres vivos se fazem presentes em uma teia em que “todos os membros de uma comunidade ecológica estão interligados numa vasta e intrincada rede de relações”. Acrescenta que a essência desta sabedoria é a relação com a natureza formadora do sujeito ecológico (Capra, 2006, p. 219). Sendo assim, receber educação com integração a práticas e conhecimento ambientais é um direito assegurado constitucionalmente e um caminho para uma sociedade consciente, que exerça a cidadania e reaja frente aos problemas reais impulsionando mudanças (Takada; Santos, 2015, p. 93).

A educação é um horizonte importante para o exercício de todos os direitos, e aqui é posta como ferramenta de empoderamento do indivíduo frente a desinformação e a velocidade com que as notícias falsas propagam. Acaba trabalhando na desconstrução de discursos negacionista, em especial acerca de temas ambientais e garante os pilares do exercício democrático. Mesmo com isso, as *fake news* ainda podem continuar existindo, por estas razões inclui-se a necessidade de regulação do ambiente virtual. As mídias sociais e outros meios de comunicação devem ser responsabilizados, além da identificação de quem é o emissor de conteúdos desinformativos (Sarlet; Siqueira, 2020, p. 542).

A regulação dos meios tecnológicos ainda é um debate recente, a nível interno, existe o Projeto de Lei nº 2630/20 que projeta instituir a lei brasileira de liberdade, responsabilidade e transparência na internet. No texto original, a norma pretende “desestimular o seu abuso ou manipulação com potencial de dar causa a danos individuais ou coletivos”, previsão do artigo 1º. Enquanto o artigo 3º, inciso I, coloca como objetivo “o fortalecimento do processo democrático por meio do combate à desinformação e do fomento à diversidade de informações na internet no Brasil”. O artigo 4º propõe alguns conceitos, como o da desinformação, prevista no inciso II, que é qualificada como um conteúdo falso ou enganoso que circula fora de contexto ou manipulado, com potencialidade de provocar danos individuais ou coletivos (Senado Federal, 2020).

Até o presente momento, o projeto de lei encontra-se no plenário da Câmara dos Deputados, com o relator da proposta deputado Orlando Silva, do Partido Comunista do Brasil (PCdoB). Na data de 25 de abril de 2023, foi aprovado o requerimento de urgência para ser posto em votação o Projeto de Lei n.º 2630/30, com uma relação de voto bem apertada, de 238 a 192. A lei é polêmica e desperta debates políticos ideológicos, que podem ser percebidos nas falas dos deputados. Para o relator, por exemplo, “a liberdade de expressão está fortalecida com um processo em que o próprio usuário pode contestar quando se sentir prejudicado”. Como contraponto, o deputado Marcel Van Hattem, do Partido Novo, defende que “o objetivo é criar limites que nos calam, nos silenciam e que podem nos levar à cadeia por manifestar opinião política, religiosa ou defender algum setor econômico” (Piovesan; Siqueira, 2023).

Considerando que a lei ainda não foi definitivamente votada, é normal que ocorram alterações no texto original para se adequar aos arranjos políticos do momento. De qualquer maneira, o país precisa se colocar no desafio de regulamentar situações em que conteúdos são vinculadas nas plataformas digitais, caso contrário permite-se que notícias inverídicas contaminem a noção crítica do indivíduo, provocando consequências perigosas, como é o caso do negacionismo e das *fake news* ambientais.

A regulamentação é fator importante e necessário, e deve ser feita em conjunto com um fortalecimento educacional, com inclusão nos currículos escolares e acadêmicos acerca da compreensão da crise ecológica associada aos efeitos negativos para a vida humana e não-humana. Com isto, pode ser possível construir um caminho em que os indivíduos estejam menos propícios a serem enganados por informações falsas, em especial, de cunho ambiental.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A mudança climática vem desenhando uma crise socioambiental, vez que as suas externalidades negativas não são distribuídas de forma homogênea. Para tratar destas consequências, agências ambientais vêm adotando ambiciosas orientações de adaptação e mitigação aos seus efeitos. Acontece que, apesar de ser um consenso científico que as mudanças climáticas estão em curso bem como que o fenômeno prejudica o pleno gozo do ambiente equilibrado, o cenário virtual mostrou que existem grupos que colocam estas evi-

dência em dúvida. Denomina-se o evento do negacionismo, o qual é alimentado pela ampla propagação de *fake news* ambientais inverídicas em contexto de mídias sociais.

A internet trouxe facilidades para o acesso à informação, no entanto, isto não é consequência direta para a qualidade do conteúdo que é veiculado. A universalização dos meios digitais, característico da sociedade pós-moderna, delineou um cenário infodêmico em que o excesso de muitas informações gera confusão, dúvidas ou certezas muito absolutas para o que está sendo enunciado. É com este contexto que indivíduos mal-intencionados aproveitam para validar as próprias crenças, mesmo que sejam para veicular inverdades e negações a fatos comprovados, como é o exemplo das mudanças climáticas. Contamina-se, assim, um debate importante que deveria estar concentrado em proteger o meio ambiente para as presentes e futuras gerações, por meio de articulação de ações concretas e efetivas.

Portanto, foi proposto pelo trabalho o desenvolvimento de uma educação ambiental crítica alinhada com um saber ecológico, que proporcione ao indivíduo um olhar para as causas e consequências que envolvem o estudo do desequilíbrio ecológico. O empoderamento do cidadão comum é um caminho de combate infodêmico, em que o próprio leitor poderá selecionar o conteúdo que pretende acessar e compartilhar. De outro lado, a regulação dos provedores responsáveis por fazer circular em massa informações também é uma via para impor limite legais àquilo que gere danos, principalmente, para além da esfera individual.

No cenário de Estado Democrático de Direito as iniciativas devem ser pautadas na centralidade do sistema educacional e jurídico a fim de coibir práticas de má-fé que atrapalhem o exercício da cidadania. Conclui-se que o avanço tecnológico colabora para a rápida circulação de informações presentes nas mídias digitais, que sob uma face amplia o acesso de outra pode gerar confusão, razão pela qual defende-se um norte através da educação ambiental para a construção de um saber ecológico alinhada com a realidade consolidada.

## REFERÊNCIAS

ALLCOTT, Hunt; GENTZKOW, Matthew. Social media and *fake news* in the 2016 election. **Journal of Economic Perspectives**. v. 31,

- n. 2, p. 211-236, 2017. Disponível em: <https://web.stanford.edu/~gentzkow/research/fakenews.pdf>. Acesso em: 20 maio 2023.
- BRAGA, Renê Moraes das Costa. A indústria das *Fake news* e o Discurso de ódio. In: PEREIRA, Rodolfo Viana (org.). **Direitos Políticos, Liberdade de Expressão e Discurso de ódio**. v. 1. Belo Horizonte: IDDE, 2018. p. 203-220. Disponível em: [https://bibliotecadigital.tse.jus.br/xmlui/bitstream/handle/bdtse/4813/2018\\_braga\\_industria\\_fake\\_news.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://bibliotecadigital.tse.jus.br/xmlui/bitstream/handle/bdtse/4813/2018_braga_industria_fake_news.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Acesso em: 20 maio 2023.
- BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm). Acesso em: 29 maio 2023.
- BRASIL. Presidência da República. **Lei n.º 9.795, de 27 de abril de 1999**. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19795.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19795.htm). Acesso em: 29 maio 2023.
- CAPRA, Fritjof. **A teia da vida**: uma nova compreensão científica dos sistemas vivos. Tradução: Newton Roberval Eicheberg. São Paulo: Cultrix, 2006.
- COSTA, Pedro Rodrigues; CAPOANO, Edson; BALBÉ, Alice Dutra. Dossiê Mudanças Climáticas e Engajamento Digital: tendências, hábitos e dinâmicas nas plataformas digitais. **Revista Ciências Humanas**. v. 15, n. 3, p. 5-7, 2022. Disponível em: <https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/81025/1/948-Texto%20do%20artigo-3578-1-10-20221129.pdf>. Acesso em: 29 maio 2023.
- COUTINHO, Cadidja; RUPPENTHAL, Rauquel; AMARAL, Cislara Pires. “Fake news Ambientais”: uma proposta ecopedagógica aplicada no contexto universitário. **Revista Ciência e Ideias**. v. 11, n. 2, p. 226-239, 2020. Disponível em: <https://revisiatacientificas.ifrj.edu.br/index.php/reci/article/view/1316>. Acesso em: 20 maio 2023.
- FRANCA, Adelaine; MACHADO, Carlos. Os novos espaços públicos na era digital: breve análise sobre as redes sociais como instrumento para o debate político. **Revista da AGU**. v. 18, n. 4, p. 55-74, 2019. Disponível em: [https://www.academia.edu/40860337/OS\\_NOVOS\\_ESPA%C3%87OS\\_P%](https://www.academia.edu/40860337/OS_NOVOS_ESPA%C3%87OS_P%)

- C3%9ABLICOS\_NA\_ERA\_DIGITAL\_BREVE\_ANALISE\_SOBRE\_AS\_REDES\_SOCIAIS\_COMO\_INSTRUMENTO\_PARA\_O\_DEBATE\_POL%3%8DTICO. Acesso em: 20 maio 2023.
- GOMES, Camila Paula de Barros. O impacto das fake news sobre as políticas públicas. **Revista Digital de Direito Administrativo**. v. 8, n. 2, p. 23-48, 2021. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rdda/article/view/179180/174571>. Acesso em: 25 maio 2023.
- HISSA, Débora Liberato Arruda. Desmediatização, Infodemia e *Fake news* na cultura digital. **Scripta**. v. 25, n. 54, p. 40-67, 2021. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8189787>. Acesso em: 25 maio 2023.
- LEFF, Enrique. **Aventuras da Epistemologia Ambiental: da articulação das ciências ao diálogo de saberes**. São Paulo: Cortex, 2012.
- LEITE, José Correa. Controvérsias científicas ou negação da ciência? A agnotologia e a ciência do clima. **Scientiæ Studia**. v. 12, n. 1, p. 179-189, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ss/a/Jd3Sn8qkN5y3YWYwymPXq5R/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 25 maio 2023.
- LIMA, G. F. C. **Formação e dinâmica do campo da educação ambiental no Brasil: emergência, identidades e desafios**. 2005. 207 f. Tese (Doutorado em Ciências Sociais) – Instituto de Ciências Humanas e Sociais, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.
- LOUREIRO, Carlos Frederico Bernardo. Complexidade e dialética: contribuições à práxis política e emancipatória em educação ambiental. **Educ. Soc.** v. 27, n. 94, p. 131-152, 2006.
- MACHADO, Carlos Augusto Alcântara; RESENDE, Augusto César Leite. Tecnologia, meio ambiente e democracia: reflexões necessárias. **Revista de Investigações Constitucionais**. v. 6, n. 3, p. 749-771, set./ dez. 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rinc/a/ZRJ8sdsDm57f4Wjx7Q9shbm/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 25 maio 2023.
- MOREIRA, Nelson Camatta; OLIVEIRA, Antônio Leal; PEIXOTO, Robertha dos Santos. Efetivação de Políticas Públicas na era da (des) informação. **Revista de Direito da Faculdade Guanambi**. v. 6, n. 2, p. 1-27, 2021. Disponível em: <http://repositorio.fdv.br:8080/bitstream/fdv/1379/1/Efetiva%c3%a7%c3%a3o%20de%20pol%c3%adticas%20p%c3%ablicas%20>

ambientais%20na%20era%20da%20%28des%29informa%  
c3%a7%c3%a3o.pdf. Acesso em: 25 maio 2023.

NOGUEIRA, Carolina; RODRIGUES, Cláudia; PINTO, Eva; PEREIRA, Ruth; SANTOS, Paulo Talhadas dos. Literacia ambiental na era da desinformação: um projeto de educação ambiental. **Cap-tar**. v. 9, n. 1, p. 19-36, 2020. Disponível em: <https://proa.ua.pt/index.php/captar/article/view/17271/16762>. Acesso em: 20 maio 2023.

OBSERVATÓRIO DO CLIMA. **Fakebook.eco**, 2023. Combatendo a desinformação ambiental. Disponível em: <https://fakebook.eco.br/category/mito-x-fato/>. Acesso em: 29 maio 2023.

ORGANIZAÇÕES DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Relatório do Desenvolvimento Humano**: a próxima fronteira. Nova York: PNUD, 2020. p. 5. Disponível em: <https://hdr.undp.org/system/files/documents/global-report-document/hdr2020pt.pdf>. Acesso em: 28 maio. 2023.

ORGANIZAÇÕES DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Relatório sobre Desenvolvimento Humano**. Nova York: PNUD, 2019, p. 18. Disponível em: <https://hdr.undp.org/system/files/documents/hdr2019pt.pdf>. Acesso em: 28 maio 2023.

ORGANIZAÇÕES DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Transformando Nosso Mundo: Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/sites/default/files/2020-09/agenda2030-pt-br.pdf>. Acesso em: 28 maio 2023.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE (OPAS). **Entenda a infodemia e a desinformação na luta contra a COVID-19**. 2020. Disponível em: [https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/52054/Factsheet-Infodemic\\_por.pdf](https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/52054/Factsheet-Infodemic_por.pdf). Acesso em: 25 maio 2023.

PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS (IPCC). **Climate Chance 2021**, p. 10. Disponível em: [https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_WGI\\_TS.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_TS.pdf). Acesso em 28 maio. 2023.

PINHEIRO, Daniel Calbino. Quando a *Fake news* acelera o Antropoceno: o caso da Floresta Amazônica. **Liinc em Revista**. v. 18, n. 1, p. 1-19, 2022. Disponível em: <https://revista.ibict.br/liinc/article/view/5927/5589>. Acesso em: 25 maio 2023.

PIOVESAN, Eduardo; SIQUEIRA, Carol. Projeto das *fake news* tem urgência aprovada e irá a vota na próxima semana. **Agência**

- Câmara Notícias**, Brasília, 25 abr. de 2023. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/noticias/955642-projeto-das-fake-news-tem-urgencia-aprovada-e-ira-a-voto-na-proxima-terca-acompanhe/>. Acesso em: 29 maio de 2023.
- PORTO, Carolina Silva; JABORANDY, Clara Cardoso Machado; MACHADO, Carlos Augusto Alcantara. Direito Humano ao meio ambiente sadio, *fake news* e princípio jurídico da fraternidade: um caminho possível para a ODS 13. **Revista Direito em Debate**. n. 58, p. 1-12, 2022. Disponível em: <https://revistas.unijui.edu.br/index.php/revistadireitoemdebate/article/view/12127>. Acesso em: 20 maio 2023.
- RECUERO, Raquel; SOARES, Felipe Bonow. A desinformação sobre Meio Ambiente no Facebook: o caso das queimadas no Pantanal Brasileiro. **Journal of Digital & Interaction**. v. 3, n. 8, p. 64-80, 2020. Disponível em: <https://proa.ua.pt/index.php/jdmi/article/view/21243/17196>. Acesso em: 25 maio 2023.
- RECUERO, Raquel; SOARES, Felipe; ZAGO, Gabriela. Polarização, Hipertidarismo e Câmaras de Eco: como circula a Desinformação sobre COVID-19 no twitter. **Revista Contracampo**. v. 40, n. 1, p. 1-17, 2021. Disponível em: <https://periodicos.uff.br/contracampo/article/view/45611/28708>. Acesso em: 25 maio 2023.
- SARLET, Ingo Wolfgang; SIQUEIRA, Andressa de Bittencourt Siqueira. Liberdade de Expressão e seus limites numa Democracia: o caso assim chamadas “Fake news” nas redes sociais em período eleitoral no Brasil. **Revista Estudos Institucionais**. v. 6, n. 2, p. 534-578, 2020. Disponível em: <https://www.estudosinstitucionais.com/REI/article/view/522/511>. Acesso em: 20 maio 2023.
- SENADO FEDERAL. **Projeto de Lei n.º 2630 de 2020**. Institui a Lei Brasileira de Liberdade, Responsabilidade e Transparência na Internet. Brasília: Senado Federal, 2020. Disponível em: <https://legis.senado.leg.br/sdleg-getter/documento?dm=8110634&disposition=inline>. Acesso em: 29 maio 2023.
- SILVA, André Ricardo Fonseca; ALVES, André Luis Cordeiro. A educação ambiental e o novo conceito de fake green. **Revista de Direito Econômico e Socioambiental**. v. 10, n. 2, p. 185-207, maio/ago. 2019. Disponível em: <https://periodicos.pucpr.br/direitoeconomico/article/view/23739/24218>. Acesso em: 25 maio 2023.



- SILVA JÚNIOR, Joseeldo da Silva; SILVA, Gracimário Bezerra; SILVA, Francisco Vieira. Educação Ambiental entre o negacionismo e as fake news: intersecções discursivas. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental – REMEA**, v. 40, n. 1, p. 10-30, 2023. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/remea/article/download/13535/10152>. Acesso em: 20 maio 2023.
- STEPHAN, Lewandowsky. Climate Change, Disinformation, and How to Combat it. **Annual Review of Public Health**. 16 set. 2020. p. 1-23, 2021. Disponível em: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=3693773](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3693773). Acesso em: 25 maio 2023.
- TAKADA, Mário Yudi; SANTOS, Genivaldo de Souza. Educação Ambiental como instrumento de formação do sujeito ecológico. **Colloquium Humanarum**, v. 12, n. 1, p. 89-96, jan./mar. 2015. Disponível em: <https://journal.unoeste.br/index.php/ch/article/view/1275/1342>. Acesso em: 25 maio 2023.
- WARDLE, Claire; DERAKHSHAN, Hossein. **Information Disorder: toward and interdisciplinary framework for research and policy making**. Estrasburgo: Council of Europe, 2017. Disponível em: <https://edoc.coe.int/en/media/7495-information-disorder-toward-an-interdisciplinary-framework-for-research-and-policy-making.html>. Acesso em: 20 maio 2023.
- ZANNETTOU, Sarvas; SIRIVIANOS, Michael; BLACKBURN, Jeremy; KOURTELIS, Nicolas. The web of false Informations: rumors, Fake news, Hoaxes, Clickbait, and various other shenanigans. **Journal of data and Information Quality**, v. 11, p. 1-37, 2019. Disponível em: <https://arxiv.org/pdf/1804.03461.pdf>. Acesso em: 20 maio 2023.



## **A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL APLICADA AO SISTEMA JUDICIAL CIVIL BRASILEIRO E SUSTENTABILIDADE**

*Têmis Limberger<sup>1</sup>*  
*Demétrio Beck da Silva Giannakos<sup>2</sup>*

### **INTRODUÇÃO**

Inicialmente, o estudo propõe-se a analisar e demonstrar ao leitor de que forma a Inteligência Artificial -IA- pode reduzir custos no processo civil no Brasil, com a implementação da sustentabilidade dos recursos utilizados, em sentido amplo.

No final do ano de 2022, foi publicado o Relatório do Conselho Nacional de Justiça (CNJ, 2022), denominado de Justiça em Números. A despesa total do Poder Judiciário totaliza R\$ 103,9 bilhões, o que representou uma redução de 5,6% em relação ao ano anterior. A Justiça Estadual, por sua vez, continua sendo a mais cara, custando R\$ 61 bilhões (59% da despesa total). A Justiça do Trabalho é a segunda mais cara, custando R\$ 20 bilhões (cerca de 19,3% do custo total). Por mais que seja possível vislumbrar uma economia nos custos totais, o cenário é de uma Justiça com grande volume de processos (CNJ, 2022). Por isso, o objetivo proposto nesta reflexão é compreender de que forma a IA pode, neste contexto, impactar do ponto de vista da sustentabilidade?

A hipótese assumida no presente estudo é de que a IA irá trazer maior sustentabilidade ao processo civil e à sociedade como um todo, com uma redução gradativa nas despesas, no tempo, no uso de matéria prima (como, por exemplo, o papel) e, inclusive, com a

---

1 Doutora em Direito pela Universidade Pompeu Fabra (Barcelona), estudos pós-doutorais pela Universidade de Sevilha, mestra e graduada pela UFRGS, professora no PPGD Unisinos, advogada, procuradora de justiça aposentada.

2 Doutorando em Direito (bolsista Capes pela Unisinos), Mestre em Direito pela Unisinos, Especialista em Direito Internacional pela UFRGS, Advogado.

redução na emissão de gases poluentes, em decorrência de um menor deslocamento de pessoas. Ademais, a partir da implementação gradativa da IA, as atividades meramente repetitivas tenderão a diminuir (senão, houver até mesmo a extinção).

O presente trabalho irá apresentar ao leitor, primeiro, o panorama do Poder Judiciário Brasileiro; em segundo, trará uma concepção inicial sobre a IA; em terceiro, de que forma a IA possui relação direta com a sustentabilidade, seja da sociedade como um todo, seja o Sistema Judiciário Civil Brasileiro, como no caso das execuções fiscais.

Diante desse cenário, o artigo finalizará com uma análise a partir de uma perspectiva sustentável, visando justificar de que forma essa nova tecnologia impactará positivamente.

## **O PANORAMA DO PODER JUDICIÁRIO BRASILEIRO**

O Conselho Nacional de Justiça (CNJ) apresenta, anualmente, à sociedade civil, os elevados custos alocados em nosso Sistema Judiciário. No final do ano de 2022, foi publicado o Relatório do CNJ, denominado de Justiça em Números. No Relatório, pode-se verificar que a despesa total do Poder Judiciário totaliza R\$ 103,9 bilhões, o que representou uma redução de 5,6% em relação ao ano anterior. A Justiça Estadual, por sua vez, continua sendo a mais cara, custando R\$ 61 bilhões (59% da despesa total). A Justiça do Trabalho é a segunda mais cara, custando R\$ 20 bilhões (cerca de 19,3% do custo total) (CNJ, 2022).

Para se ter uma noção da representatividade das verbas dispendidas em nosso Sistema Judiciário, a verba prevista no orçamento da União para o sistema de saúde, em 2023<sup>3</sup>, é de R\$ 149,9 bilhões. Para a educação, o investimento é de R\$ 86,6 bilhões, representando, portanto, 57,77% daquele valor. Isto significa, pouco mais da metade. Significa dizer que: o investimento realizado para o Sistema Judiciário é superior ao da educação.

Importante fazer menção, ao Relatório do ano de 2021 (referente ao ano de 2020), em que o Programa Justiça 4.0 possibilitou o que foi chamado de “reinvenção dos fluxos de trabalho no âmbito do Poder Judiciário, em que se empregou diversas medidas inovadoras e tecnológicas para a continuidade da prestação jurisdicional” (CNJ, 2021).

---

3 Considerando os valores dos direitos sociais de 2023 e os valores do sistema de justiça de 2022, visto que ainda não se tem o consolidado deste ano.

Por mais que seja possível vislumbrar uma economia nos custos totais, tem-se uma Justiça assoberbada de litígios, em que não raro é termos varas cíveis com milhares de processos sob a responsabilidade de um único magistrado. Mas qual é a origem desses números alarmantes?

Duas causas para esse assoberbamento do Poder Judiciário são muito elencadas pela doutrina responsável por realizar pesquisas empíricas<sup>4</sup> neste meio, quais são: 1) o número insuficiente de mão de obra para atender a grande demanda de processos; e 2) o grande número de recursos que permitem a discussão da matéria em questão por anos<sup>5</sup>. Para Luciano Timm, Manoel Gustavo Trindade e Rafael Bicca Machado (2019), a Economia pode muito bem servir para melhor compreender a limitação orçamentária e de recursos a qual o Poder Judiciário está adstrito, evidenciando, por exemplo, as estratégias dos agentes que, por vezes, utilizam de forma abusiva o sistema judicial, em nítido detrimento do bem comum. Assim, se a verificação da existência de uma violação a um direito material depende de um processo judicial, o qual é subsidiado pela sociedade, o Poder Judiciário, como parte do Estado brasileiro, deve possuir a exata compreensão dos riscos de surgimento de comportamentos oportunistas por parte de indivíduos que buscam a Justiça (Poder Judiciário) para outros fins que não a realização da própria Justiça (Timm; Trindade; Machado, 2019).

4 Para melhor compreender de que forma é possível fazer pesquisas empíricas no Direito ver: YEUNG, Luciana. Jurimetria ou Análise Quantitativa de Decisões Judiciais. In: MACHADO, Máira Rocha (org.). **Pesquisar empiricamente o direito**. São Paulo: Rede de Estudos Empíricos em Direito, 2017. p. 249-274.

5 Os Professores Luciana Yeung e Paulo Furquim, em outro texto escrito sobre este assunto, dissertam o seguinte: “*Judiciary staff members usually credit inefficiency to the lack of resources. Judges and judicial employees argue that human and material resources at all levels are not sufficient to deal with the large number of cases. In recent years, the greatest concern is the continued underutilization of modern electronic procedures. However, legal experts, who are not involved in the daily operations of the courts, point to different explanations. In their view, knowing how to wisely manage available resources is more important than demanding for more. Some high-rank judges also agree with this argument. Another traditional explanation for court inefficiency is the very bureaucratic procedural law that Brazil inherited from the Portuguese and the civil law traditions. This is unanimously agreed as one of the primary reasons of inefficiency. Slackness, a complex system of procedural rules, and an overemphasis on format are traces still present in the law today. In addition to that, criticisms are often directed to the ease of appealing to judicial decisions. Some lawyers consider the large number of appeals unavoidable because, they say, it minimizes trial errors. Yet, this conclusion is not supported by the data. Rosenn (1998) shows that 90% of all decisions made in first instance courts is maintained by judges in the appellate courts. In other words, the high level of appeals simply means more useless work, more slackness, and more waste of resources*” (Yeung; Azevedo, 2011).

A situação do sistema judiciário corresponde ao esgotamento do aparato jurisdicional, trazendo dificuldades de prestar tutela justa, efetiva, em tempo razoável, dentro de um processo legal devido (Wolkart, 2019, p. 231).

O quadro é composto pelo número excessivo de processos; manejo excessivo de recursos; esgotamento das cortes superiores; baixa taxa de autocomposição; inefetividade da execução; litigância habitual; ausência da uniformização da jurisprudência (Wolkart, 2019, p. 231). Tais componentes representam custos de transação<sup>6</sup> ao processo.

Para solucionar este diagnóstico do Poder Judiciário, a doutrina tradicional, com base na teoria do direito e filosofia do direito, infelizmente, não é suficiente, por mais que consiga, por muitas vezes, apontar alguns dos problemas encontrados<sup>7</sup>. Assim, a *interdisciplinaridade* surge como meio extremamente importante para enfrentar os problemas práticos do sistema judiciário brasileiro, como: a inteligência artificial, o Direito, a tecnologia da informação e a economia (por meio da Análise Econômica do Direito).

No presente estudo, será demonstrado ao leitor de que forma a IA poderá contribuir, a partir do atual cenário vivido pelo Sistema Judicial Brasileiro, na perspectiva da sustentabilidade.

6 Nas palavras de Oliver E. Williamson (1985), custos de transação podem ser: *“Transaction cost analysis supplants the usual preoccupation with technology and steady-state production (or distribution) expenses with an examination of the comparative cost of planning, adapting, and monitoring task completion under alternative governance structure”*. (Williamson, 1985, p. 2). Carl Dahlman (1979) ao trazer o seu conceito de custos de transação, conceituou como sendo “custos de busca e informação, custos de barganha e decisão, custos de monitoramento e cumprimento” (Dahlman, 1979).

7 Por exemplo, a Crítica Hermenêutica do Direito, ao discorrer sobre a uniformização da jurisprudência exigida no art. 926, do CPC, é um caso elucidativo de como a teoria do direito e filosofia do direito apontam formas de combater a discricionariedade/arbitrariedade. Ver: STRECK, Lenio Luiz. **Constituição, sistemas sociais e hermenêutica**: anuário do programa de Pós-Graduação em Direito da UNISINOS. Porto Alegre: Livraria do Advogado; São Leopoldo: UNISINOS, 2014; STRECK, Lenio Luiz. **Dicionário de hermenêutica**: quarenta temas fundamentais da teoria do direito à luz da crítica hermenêutica do direito. Belo Horizonte: Letramento: Casa do Direito, 2017; STRECK, Lenio Luiz. **Hermenêutica e jurisdição**: diálogos com Lenio Streck. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2017; STRECK, Lenio Luiz. **Hermenêutica jurídica e(m) crise**: uma exploração hermenêutica da construção do direito. 11. ed. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2014; STRECK, Lenio Luiz. **Verdade e consenso**. 6. ed. São Paulo: Saraiva, 2017. STRECK, Lenio Luiz. **O que é isso**: decido conforme a minha consciência? 4. ed. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2013.

## A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL: A BUSCA POR UM CONCEITO

A crescente de investimento e pesquisa em inovação e tecnologia a partir da chamada terceira revolução industrial (revolução digital ou do computador), trouxe, da virada do século até os dias de hoje, uma realidade de avanços tecnológicos caracterizada por uma internet mais ubíqua e móvel, por sensores menores, mais baratos e poderosos e pela inteligência artificial e aprendizagem de máquina (Andrade; Machado; Rebouças, 2023).

Como bem mencionado Álvaro Sánchez Bravo (2020, p. 75), a cada três anos são disponibilizadas mais informações do que foi criada em toda a história da humanidade. O único meio hábil a gerir essa informação, é mediante o uso das tecnologias digitais<sup>8</sup>.

O que é inteligência artificial? Essa resposta poderá depender a quem a pergunta está sendo feita. Se tal questionamento for feito para um cidadão que esteja caminhando pela rua, talvez ele responda que a IA seja a Siri, da Apple, ou o sistema de nuvem da Amazon. Por outro lado, se essa pergunta for feita para um técnico especializado da área da computação, ele talvez responda uma resposta extremamente técnica e profunda sobre o tema (Crawford, 2021, p. 7).

Para Kate Crawford, a IA não é nem artificial nem inteligente. Pelo contrário, a inteligência artificial é tanto corporificada e material, feita de recursos naturais, combustível, trabalho humano, infraestruturas, logística, histórias e classificações. Os sistemas de IA não são autônomos, racionais ou capazes de discernir qualquer coisa sem treinamento com grandes conjuntos de dados ou regras e recompensas predefinidas. Em fato, a IA como a conhecemos depende inteiramente de um conjunto muito mais amplo de estruturas políticas e sociais. Para a autora, a inteligência artificial é um registro de poder (Crawford, 2021, p. 7).

A IA não acontece ou existe por acaso. Ela é pensada, desenhada e produzida de forma intencional, por uma ou mais pessoas (Bryson, 2020, p. 6). A produção de uma IA requer decisões relativas, no mínimo, à entrada de informações e saída do sistema, onde e como a computação necessária para transformar essas informações serão executadas. Essas decisões envolvem, também, considerações de consumo de energia e tempo, que pode ser gasto na produção de um sistema tão bom quanto possível. Finalmente, qualquer sistema desse

---

8 Como bem mencionado Álvaro Sánchez Bravo (2020, p. 75): “Cada tres años se dispone de más información nueva que la creada en toda la historia de la humanidad. El único modo de gestionar esa información es mediante el uso de tecnologías digitales”.

tipo pode e deve ser defendido com níveis de segurança adequadas ao valor dos dados transmitidos ou retidos (Bryson, 2020, p. 6).

Não existe, ainda, uma definição exata e precisa do que seja um sistema de inteligência artificial. O mais complexo em criar um conceito de IA não é definir um conceito de artificial, mas sim de inteligência. Para Matthew Scherer, a dificuldade de definir o que é inteligência artificial não está no conceito de artificial, mas sim de inteligência (Scherer, 2016)<sup>9</sup>. Esse problema se apresenta porque os humanos são os únicos universalmente reconhecidos como inteligentes. Conseqüentemente, a definição de inteligência trazida pela doutrina tende em comparar a máquina sempre com o humano (Scherer, 2016).

Já é possível dizer que a inteligência artificial já superou a performance humano em diversos setores. Conseqüentemente, tornou-se indispensável em nosso cotidiano, como as existentes em nossos celulares (nas câmeras que reconhecem os rostos das pessoas); as online, que traduzem textos (SAMEK *et al.*, 2019, p. 5).

Do ponto de vista computacional e de forma preliminar, pode-se conceituar a inteligência artificial como sendo a ciência e a engenharia de fazer máquinas inteligentes, especialmente programas computacionais (McCarthy, 2007, p. 2).<sup>10</sup>

Formular o conceito preciso da IA representa um dos maiores desafios para quem transita no mundo das inovações tecnológicas (Freitas; Freitas, 2020, p. 27). De plano, pode-se afirmar que a IA afasta-se da automação e da operação simbólica. A automação envolve máquinas operadas sem qualquer autonomia, como exemplo, os braços robóticos que montam produtos numa fábrica. Sendo assim, a automação não inclui a capacidade de aprendizagem, uma das características nucleares da IA. Trata-se de um processo estritamente mecânico, ao passo que a IA alberga aspectos que a aproximam da inteligência humana (Freitas; Freitas, 2020, p. 27).

No entanto, tanto a linguagem, a atividade do juiz e a dos robôs estarão sujeitas a imprecisões da linguagem natural (vagueza e ambigüidade) (Warat, 1984, p. 76-79)<sup>11</sup>, abrindo-se espaço para ca-

9 Nas palavras de Matthew Scherer (2016): “*The difficulty in defining artificial intelligence lies not in the concept of artificiality but rather in the conceptual ambiguity of intelligence*”.

10 Para John McCarthy (2007, p. 2): “*It is related to the similar task of using computers to understand human intelligence, but AI does not have to confine itself to methods that are biologically observable*”.

11 Para Warat (1984, p. 76-79), a vagueza se refere à inexistência de uma regra definida quanto à sua aplicação, na qual existe uma zona de luminosidade, uma de luminosidade negativa e uma zona de incerteza, situada no meio dessas



sos em que há margem para interpretação (Boering; Rosa, 2020, p. 37). Dessa forma, o texto jurídico estabelecido de modo geral e abstrato não consegue, por definição, dar conta de todas as hipóteses do mundo, exigindo-se sempre a discussão das condições necessárias e suficientes. Surgem, entretanto, situações excepcionais. Embora se possa excepcionar a aplicação ao caso, não deixa, necessariamente, de se manter como válida no ordenamento jurídico, apenas não opera no caso singularizado, dada a sua derrota para outra norma jurídica (Boering; Rosa, 2020, p. 41). Diante disso, não parece crível que a IA pudesse atuar em casos de direito de família, em que a subjetividade e o sentimento das partes pode influenciar o Juízo.

De forma sintética, a Inteligência Artificial pode ser entendida como o desenvolvimento de ferramentas informáticas que emulem a inteligência humana ou que executem funções a ela relacionadas, tais como raciocínio, aprendizagem, adaptabilidade, percepção e interação com o meio físico etc. Nesse conceito estão abrangidas variadas técnicas que, diferentemente da rigidez da programação computacional clássica, visam a dotar os sistemas computacionais com capacidade de criatividade, adaptabilidade e comportamento autônomo, tais como *machine learning* (aprendizagem de máquina) e *deep learning*<sup>12</sup> (aprendizagem profunda), por meio de redes neurais artificiais, processamento da linguagem natural (natural language processing) e análise de grandes conjuntos de dados (big data) (Medina, 2020, p. 2).

A inteligência artificial funciona a partir dos algoritmos, que são sistemas de dados programados para darem respostas, nos termos da base de dados disponível. Com efeito, quando da concepção do sistema, há a programação de respostas possíveis, tomando por base os dados fornecidos na entrada, que são alimentados pelo agente responsável pela criação ou manutenção da ferramenta de IA. Observa-se a importância dos dados utilizados nesse sistema,

---

duas, como no caso dos calvos. A ambiguidade refere-se à dúvida sobre qual classe o rótulo recairá, havendo necessidade do recurso contextual (manga pode ser fruta, manga pode ser camiseta etc.).

12 Destarte, o traço mais singular da inovação tecnológica em IA é a capacidade de o sistema inteligente aprender por si só, de modo a ensinar a máquina ultrapassar o originalmente programado. Trata-se do *machine learning* em que o sistema de IA extrai informações dos dados inseridos e faz seu aprendizado automático, interagindo com o meio em que se encontra. Há várias formas de aprendizado da máquina, destacando-se uma modalidade avançada denominada de *deep learning*, em que a máquina aprende representações de dados em múltiplos níveis de abstração, assemelhando-se a redes neurais humanas (Castro Júnior, 2009, p. 22-23).

uma vez que a resposta automática dos algoritmos depende dessa base de dados escolhida (Valentin, 2017, p. 42-42).

Fica claro que a IA interessa ao Direito em diversos níveis e aspectos. Desde a preocupação com os dados daqueles que a utilizam, sua transparência, até a preocupação com a substituição do trabalho humano e de que forma essa realidade pode impactar o mercado de trabalho mundial (Melo; Cardoso, 2022).

Em nosso estudo, a problemática central será de que forma essa IA poderá afetar a realidade Sistema Judicial? Já, de pronto, é possível adiantar ao leitor uma breve divisão: num primeiro momento, a IA poderá (e, em alguns casos concretos, já vem atuando nesse sentido) realizar atos procedimentais dentro do processo, como a operacionalização de bloqueios judiciais, citações e etc; em um segundo momento, a possibilidade (ou não) da tomada de decisão ocorrer pela própria IA.

Na presente pesquisa, o debate sobre a possibilidade da IA participar do ato decisório não será abordado como objeto central.

Vejamus um exemplo simples: quando uma das partes, no decorrer de um processo judicial, protocola uma manifestação (petição) e, após a juntada da mesma, o processo permanece algum tempo para apreciação judicial, as partes (especialmente o credor) estão tendo um custo. Peguemos outro exemplo de fácil compreensão: João ajuíza ação de indenização por danos morais e materiais contra Carlos. A sentença, somente se manifesta quanto aos danos morais, ignorando que João também havia pedido danos materiais. O custo com o advogado e o tempo para apreciação dos embargos de declaração (art. 1.022 do CPC) por parte do Poder Judiciário são, da mesma forma, um custo a ser considerado.

Passemos a outro caso prático exemplificativo. A IA, neste caso, utilizando os algoritmos que a compõe, identificar que a referida petição inicial possui dois pedidos e que a decisão judicial só se manifesta sobre um. Assim, identificado essa omissão, poderia informar ao magistrado desse equívoco. Com isso, haveria uma economia de tempo, retrabalho e custos com o advogado.

Ou seja, a IA pode fazer a diferença. O processo atual (seja ele físico ou eletrônico) é carecedor de monitoramento por parte de um Cartório (servidos e magistrados) e de mão de obra para analisar e proferir as decisões judiciais em tempo hábil, além de possui os custos no retrabalho (considerando que as decisões são tomadas por humanos, as falhas são inevitáveis). Ou seja, de pronto, a IA poderia

reduzir esses custos. Para isso, estudos propositivos e que indicam melhorias ao sistema que possuímos são válidos.

O primeiro reflexo da aplicação da IA ao processo tende a ser o tempo de sua duração. O tempo é um fardo necessário que deverá ser suportado por algum dos sujeitos para que se atinjam os resultados esperados em um processo judicial (Abreu, 2020, p. 102). O tempo é um custo que deve ser incorporado pelo sujeito que busca a via jurisdicional para a satisfação de um direito (Abreu, 2020, p. 103). Na perspectiva econômica, este tempo pode ser considerado como custo de transação a ser levado em consideração para os agentes litigantes. Dentro do processo brasileiro, temos um outro agravante a ser considerado: a possibilidade do devedor (no caso das ações de natureza civil patrimonial) e até mesmo dos acusados (em matéria penal) de utilizarem do grande e moroso aparato judicial em benefício próprio.

A expectativa é que as formas de procrastinação anteriormente utilizadas pelos jurisdicionados agora, com o implemento da IA, sofram grande abalo, diante da grande velocidade e eficiência que serão implementadas à análise dos processos judiciais. Do ponto de vista econômico, a velocidade e a eficiência, para o devedor, resultaram em um acréscimo em seu custo de transação, aumentando os incentivos à solução do conflito.

Para o atendimento dos propósitos e das metas do ODS (Objetivos de Desenvolvimento Sustentável) 16, que o compromisso firmado para o atendimento da Agenda 2030 implica em um Poder Judiciário atuante, proativo, e que, sobretudo, denote eficácia, responsabilidade, acessibilidade, transparência com a gestão da justiça. Para que isso ocorra, é fundamental a adoção de novas tecnologias e, especialmente, de aplicações da IA (Andrade; Machado; Rebouças, 2023).

Hoje, os computadores podem lidar com tarefas tão complexas que requerem inteligência quando resolvidas por humanos. Os computadores, por assim dizer, tornam-se um instrumento técnico “pensante” que pode trabalhar em problemas de forma independente e – em sistemas de aprendizagem – desenvolver ainda mais os programas aplicados de forma independente (Hoffmann-Riem, 2020, p. 434).

Em atos procedimentais do processo, a doutrina já vem indicando diversas vantagens, como leitura de imagens, vídeos, textos, além da realização de atos secundários e burocráticos dentro do processo, como a intimação e/ou citação das partes e a realização de bloqueios judiciais (Fenol, 2018, p. 25).

Para demonstrar ao leitor essa afirmação, é importante trazer ao estudo os resultados obtidos na aplicação da IA nas execuções fiscais na Cidade do Rio de Janeiro. A maior parte dos processos de execução é composta pelas execuções fiscais, que representam 75% do estoque. Esses processos são os principais responsáveis pela alta taxa de congestionamento do Poder Judiciário, tendo em vista que representam aproximadamente 38% do total de casos pendentes, apresentando um congestionamento de 91% no Relatório “Justiça em Números” do ano de 2016 – a maior taxa entre os tipos de processos constantes no Relatório (Porto, 2019).

O executivo fiscal chega a Juízo depois que as tentativas de recuperação do crédito tributário se frustraram na via administrativa, provocando sua inscrição na dívida ativa. Dessa forma, o processo judicial acaba por repetir etapas e providências de localização do devedor ou patrimônio capaz de satisfazer o crédito tributário já adotadas, sem sucesso, pela administração fazendária ou pelo conselho de fiscalização profissional. Acabam chegando ao Judiciário títulos cujas dívidas já são antigas e, por consequência, mais difíceis de serem recuperadas. Com média de recuperação historicamente baixa, o crescente volume de cobranças judiciais de dívidas ativas não corresponde ao aumento no ingresso de receitas fiscais, em razão dos entraves encontrados, principalmente, na localização do devedor e de bens penhoráveis suficientes para responder pela dívida (Porto, 2019).

De forma resumida, o panorama das execuções fiscais é a demonstração prática da ineficiência judiciária, em que a mão de obra existente não possui condições físicas para administrar o grande número de ações existentes.

Para isso, o autor sugere que a IA *fraca* (em que busca emular a realização de tarefas específicas e pré-determinadas<sup>13</sup>) seja utilizada para substituir o trabalho simples do humano, que consomem tempo e podem, sem dúvidas, agilizar a rotina de trabalho, gerando grandes resultados com pouco tempo de treinamento da máquina (Porto, 2019). Por exemplo, o preço médio de uma execução fiscal tramitando na Justiça Federal gira em torno de R\$ 6.738,36. Porém, apenas cerca de três quintos dos processos de execução fiscal vencem a etapa de citação. Destes, a penhora de bens ocorre em apenas um quarto dos casos (ou seja, 15% do total), mas somente uma sexta parte das penhoras resulta em leilão (Porto, 2019).

---

13 Ver sobre o tema em: LÓPEZ DE MÁNTARAS BADIA, Ramon; MESEGUER GONZÁLEZ, Pedro. **Inteligencia artificial**. Madrid: CSIC/Catarata, 2017.

No caso, foi aplicado sistema de IA na 12ª Vara da Fazenda Pública da Cidade do Rio de Janeiro. O sistema de IA deu cabo de 6.619 processos, em pouco mais de três dias. A serventia levaria dois anos e cinco meses para fazer o mesmo com um servidor dedicado exclusivamente a esta atividade. O sistema de IA levou 25 segundos para realizar todos os seguintes atos: a) identificar os processos com citação positiva; b) buscar no banco de dados do Município o valor atualizado da dívida; c) com essa informação, deveria identificar a natureza do tributo, vez que, a depender da natureza do tributo, o fluxo de prosseguimento é distinto; d) realizar a penhora no sistema BacenJud; e) aguardar o prazo do resultado da penhora; f) ler o resultado e prosseguir no fluxo, a depender do mesmo: f.1) sendo integral o valor da penhora, isto é, sendo penhorada a totalidade do débito, deveria realizar a transferência do valor para a conta judicial e desbloquear eventual excedente, sugerindo a minuta da decisão judicial respectiva; f.2) sendo negativa ou parcial, seguir no fluxo; (g) seguindo no fluxo, deveria realizar a restrição de bens disponíveis no RenaJud e realizar a consulta no InfoJud, informando se há ou não bens passíveis de penhora e sugerindo a minuta da respectiva decisão (Porto, 2019).

A conclusão do teste não pode ser desconsiderada: a acurácia da IA alcançou o patamar de 99,95% (noventa e nove inteiros e noventa e cinco centésimos por cento). Dito de modo diverso, a máquina “errou” em apenas 0,05% (cinco centésimos por cento) dos casos (somente em três processos), enquanto o percentual de erro do servidor humano é de 15% (quinze por cento) (Porto, 2019).

Outro estudo que merece ser enaltecido é o Relatório coordenado pelo Ministro Luis Felipe Salomão e pela Fundação Getúlio Vargas (FGV), em que elencou todas as iniciativas de IA em andamento nos Tribunais (Salomão, 2020). Por exemplo, no que diz respeito ao Tribunal de Justiça do Estado do Rio Grande do Sul, o relatório demonstra que o protótipo foi implementado em 2019 e, atualmente, ainda está em fase de aperfeiçoamento<sup>14</sup>. Quanto aos Tribunais Superiores, ambos possuem seus protótipos também em fase de aperfeiçoamento, quais sejam, o Victor e o Athos (Salomão, 2020, p. 27).

Dito de forma diversa, fica comprovado que os resultados trazidos e obtidos pela IA são surpreendentes e, conseqüentemente, não podem ser ignorados pela comunidade jurídica. Porém, a IA traz dificuldades e desafios, como, por exemplo, a transparência. De que

14 Segundo o Relatório, a ideia será a seguinte: “*The Project System is implanted in the District of Tramandai and in the 14th of the Public Finance. There is an expansion plan for the Caxias, Santa Maria and Passo Fundo counties*” (Salomão, 2020, p. 55).

forma as partes e seus advogados conseguirão ter acesso à informação de qual base de dados é utilizada? São questionamentos dessa natureza que permeiam o debate.

Na sequência, será trabalhado o conceito de sustentabilidade em sentido amplo e algumas normativas a propósito do tema.

## **SUSTENTABILIDADE NO SENTIDO MULTIDIMENSIONAL E ALGUMAS NORMATIVAS SOBRE O TEMA**

O artigo 225 “caput” da CF dispõe a respeito do direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações<sup>15</sup>, trazendo aí uma missão constitucional. Agregando-se o §3º do art.225 e o art. 170, VI, da CF, dentre outros, que vão esculpir o sistema constitucional ambiental, que articulará os compromissos ambientais para os setores público e privado.

Parte-se do conceito de sustentabilidade na perspectiva multidimensional, na ótica de Juarez Freitas (2012, p. 55-73), quando estatui que esta deve moldar o desenvolvimento (e não o contrário). E, ainda, assevera que as dimensões da sustentabilidade incluem os aspectos: social, ético, jurídico-político, econômico e ambiental. Deste modo, a sustentabilidade na sua dimensão social reclama: o incremento da equidade intergeracional, condições propícias ao florescimento das potencialidades humanas, com ênfase na educação de qualidade para o convívio, o engajamento na causa do desenvolvimento que perdura e faz a sociedade mais apta a sobreviver. A dimensão ética da sustentabilidade reclama uma ética universal concretizável com o pleno reconhecimento dos seres vivos em geral. A sustentabilidade como princípio jurídico altera a visão global do direito, ao incorporar a condição normativa de um tipo de desenvolvimento, para o qual todos os esforços devem convergência obrigatória e vinculante. A dimensão econômica evoca o sopesamento fundamentado, em todos os empreendimentos (públicos e privados), dos benefícios e dos custos diretos e indiretos (externalidades), isto implica em um novo estilo de vida na sociedade. A dimensão ambiental significa que o ser humano não pode esquecer de sua condição natural que com suas características singulares, deveriam fazê-

---

15 A respeito do entendimento das futuras gerações, veja-se a decisão proferida no Caso Neubauer *et al.* v. Alemanha. Ver: VI Conferência CDEA 2021, disponível em: <https://youtu.be/IZlbQ4JVmBQ>.

-lo mais responsável sistemicamente. Deste modo, não pode haver qualidade de vida e longevidade digna em ambiente degradado, não pode haver vida humana sem o resguardo da sustentabilidade ambiental, isto é, ou se protege a qualidade ambiental ou simplesmente não haverá futuro para nossa espécie.

As dimensões (social, ético, jurídico-político, econômico e ambiental) se entrelaçam e se constituem mutuamente, numa dialética da sustentabilidade. Em síntese, a sustentabilidade é princípio-síntese que determina a proteção do direito ao futuro.

O primeiro grande debate global para a compreensão do desafio do desenvolvimento sustentável e para a discussão acerca dos problemas ambientais no mundo, a expressão “desenvolvimento sustentável” só passou a ser assimilada e popularizada a partir da sua utilização no relatório “Nosso Futuro Comum”, publicado em 1987 pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD) das Nações Unidas, conhecida como Comissão Brundtland (Feil; Schreiber, 2017). Nele, foi apresentado o conceito clássico de desenvolvimento sustentável: O desenvolvimento sustentável é aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem às suas próprias necessidades.

Ele contém dois conceitos-chave: o conceito de “necessidades”, sobretudo as necessidades essenciais dos pobres do mundo, que devem receber a máxima prioridade; a noção das limitações que o estágio da tecnologia e da organização social impõe ao meio ambiente, impedindo-o de atender às necessidades presentes e futuras. [...] Em essência, o desenvolvimento sustentável é um processo de transformação no qual a exploração dos recursos, a direção dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional se harmonizam e reforçam o potencial presente e futuro, a fim de atender às necessidades e aspirações humanas (CMMAD, 1991, p. 46-49). Por esse conceito, compreende-se o desenvolvimento sustentável como um desafio intergeracional e harmônico, que reconhece a limitação ambiental, mas que se compromete com as necessidades das gerações futuras, sobretudo das pessoas mais empobrecidas.

O seu viés conciliatório e sustentável se mostrou bem assimilado na inauguração do Relatório de Desenvolvimento Humano (RDH), de 1990. A partir de então, passou-se a definir e medir o desenvolvimento humano, compreendendo-se que, apesar do crescimento econômico ser essencial para o desenvolvimento humano, não há

um vínculo automático entre esses dois elementos<sup>16</sup> e que, “portanto, o desenvolvimento deve abranger mais do que a expansão da riqueza e da renda. Seu objetivo central deve ser o ser humano” (PNUD, 1990, p. 34, tradução nossa).

O desenvolvimento deve abranger mais do que a expansão da riqueza e da renda (PNUD, 1990). Seu objetivo deve ser o humano. Essa noção de desenvolvimento do RDH reflete sobremaneira os preceitos de um dos seus idealizadores, o economista indiano Amartya Sen, que prestou substanciais aportes para a compreensão do desenvolvimento sustentável a partir do seu pensamento norteado pela expansão das liberdades.

Uma concepção adequada de desenvolvimento deve ir muito além da acumulação de riqueza e do crescimento do produto nacional bruto e de outras variáveis relacionadas à renda. [...] o desenvolvimento tem de estar relacionado sobretudo com a melhora da vida que levamos e das liberdades que desfrutamos. Expandir as liberdades que temos razão para valorizar não só torna nossa vida mais rica e mais desimpedida, mas também permite que sejamos seres sociais mais completos, pondo em prática nossas volições, interagindo com o mundo em que vivemos e influenciando esse mundo (Sen, 2010, p. 28-29).

Por isso, é importante que a IA de maneira sustentável seja utilizada de maneira conjugada com a elaboração de políticas públicas. Significa dizer que postos de trabalho para humanos são diminuídos, então, é importante que estes profissionais sejam realocados em outras funções ou profissões, mediante treinamento adequado.

Para Jeffrey Sachs, o modelo normativo tridimensional que abrange o desenvolvimento econômico e a inclusão social e a sustentabilidade ambiental. A partir dessa perspectiva, importantes avanços foram alcançados nos anos 90 e 2000. Um deles foi a realização da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (ECO-92), que reuniu lideranças globais para avaliar os eventos pós-Conferência de Estocolmo, resultando na publicação de importantes documentos – como a Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, a Agenda 21, os Princípios para a Administração Sustentável das Florestas, a Convenção da Biodiversidade Biológica e a Convenção sobre Mudança do Clima – que enfa-

---

16 REZENDE, M. J. de. (2016). Os Relatórios do Desenvolvimento Humano (RDHS/PNUD/ONU) da Década de 1990 e as Propostas para Enfrentar as Múltiplas Formas de Desigualdades. *Revista de Ciências Sociais*, v. 45, n. 1, p. 121-147, 2016. Disponível em: <http://www.periodicos.ufc.br/revcienso/article/view/2431>.



tizaram o aspecto intergeracional do desenvolvimento sustentável (Marco; Mezzaroba, 2017, p. 330).

O outro importante progresso veio com a produção do relatório de metas sugeridas pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), que se transformou, com a Declaração do Milênio, de 2000, nos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM). Por meio desse paradigmático compromisso global, pela primeira vez a humanidade se viu orientada por um programa de Objetivos e metas, com foco voltado para a erradicação da pobreza e da fome nos países em desenvolvimento, tornando, definitivamente, desenvolvimento e sustentabilidade preocupações inseparáveis (Marco; Mezzaroba, 2017, p. 330).

Observa-se através desse contexto que, com o tempo, a definição de desenvolvimento sustentável foi evoluindo e ganhando uma abordagem ainda mais prática e sistemática, passando a apresentar-se, segundo Jeffrey Sachs, como um modelo normativo tridimensional que abrange o desenvolvimento econômico, a inclusão social e a sustentabilidade ambiental (Sachs, 2017, p. 16).

Vale referir o desenvolvimento sustentável proposto na Rio + 20 (2012). Essa foi a abordagem adotada na Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, a Rio+20, realizada no ano de 2012. Através do seu relatório final, intitulado *O Futuro que Queremos*, chefes dos 193 Estados-membros da ONU renovaram o compromisso com o desenvolvimento sustentável, enfatizando suas três dimensões:

Afirma-se, portanto, a necessidade de uma melhor integração dos aspectos econômicos, sociais e ambientais do desenvolvimento sustentável em todos os níveis, e reconhecemos as relações existentes entre esses diversos aspectos para se alcançar o desenvolvimento sustentável em todas as suas dimensões (...) Reconhece-se que a erradicação da pobreza, a mudança dos modos de consumo e produção não viáveis para modos sustentáveis, bem como a proteção e gestão dos recursos naturais, que estruturam o desenvolvimento econômico e social, são objetivos fundamentais e requisitos essenciais para o desenvolvimento sustentável. Reafirma-se também que, para a realização do desenvolvimento sustentável, é necessário: promover o crescimento econômico sustentável, equitativo e inclusivo; criar maiores oportunidades para todos; reduzir as desigualdades; melhorar as condições básicas de vida; promover o desenvolvimento social equitativo para todos; e promover a gestão integrada e sustentável dos recursos naturais e dos ecossistemas, o

que contribui notadamente com o desenvolvimento social e humano, sem negligenciar a proteção, a regeneração, a reconstituição e a resiliência dos ecossistemas diante dos desafios, sejam eles novos ou já existentes (ONU, 2012, p. 3).

Vive-se, atualmente, a 4ª Revolução Industrial, mencionada na doutrina de Klaus Schwab, quando discorre a respeito da crescente aplicação de investimentos e pesquisas em inovação e tecnologia a partir da chamada terceira revolução industrial (revolução digital ou do computador), trouxe, da virada do século até os dias de hoje, uma realidade de avanços tecnológicos caracterizada por uma internet mais ubíqua e móvel, por sensores menores, mais baratos e poderosos e pela inteligência artificial e aprendizagem de máquina cada vez mais avançadas, configurando, segundo o engenheiro e economista alemão Klaus Schwab, uma espécie de “quarta revolução industrial” (Schwab, 2016, p. 5-6). Para o autor, entretanto, da mesma forma que na primeira revolução industrial, “um dos grandes determinantes do progresso consiste na extensão que a inovação tecnológica é adotada pela sociedade” (Schwab, 2016, p. 7). A quarta revolução não é somente a que vem após a terceira. Caracteriza-se pelo maior impacto sistêmico em todos os setores da comunidade global. Nunca a comunicação expandiu-se com tamanha velocidade, devido à tecnologia da informação.

Oportuno, referir, também, devido ao enfoque deste estudo, que o campo da Inteligência Artificial, dentre as áreas do avanço tecnológico que caracterizam a quarta revolução industrial, é a que mais vem se expandindo nos últimos anos, tornando-se cada vez mais presente em todos os âmbitos da vida humana. De alguns anos atrás – quando a IA ainda se resumia às pesquisas acadêmicas e aos filmes de ficção – para a atualidade – onde a IA alimenta muitos dos aplicativos e sites acessados, diariamente, no mundo todo – tornou-se possível dizer que esse campo passou a estar no centro dos discursos públicos (Lee, 2019, p. 10-11), impactando também no processo de desenvolvimento sustentável.

Importante mencionar, também um relatório encomendado pela Microsoft, desenvolvido pela PwC, aponta que a adoção de IA em ações ambientais tem o potencial para impulsionar o PIB global em até 4,4%, enquanto também pode reduzir as emissões globais de gases de efeito estufa em cerca de até 4,0%, uma quantidade equivalente às emissões totais de Austrália, Canadá e Japão, até 2030 (Herweijer; Combes; Gillham, 2020, p. 8). Isso, por si só, já sintetiza o potencial de contribuição da IA para o desenvolvimento sustentável,

possibilitando crescimento econômico e atenuando os problemas ambientais.

Deste modo, considerando as dimensões de aplicabilidade da IA no sistema de justiça cível, no tocante aos aspectos multidimensionais da sustentabilidade, em seu aspecto ambiental, estrito senso, tem-se a redução do custo do papel (processo eletrônico combinado com a IA).

Aspecto jurídico-político, a IA deve ser pautada nos direitos humanos e princípios, especialmente, no tocante à dignidade da pessoa humana (centralidade no humano e não na máquina, ao acesso à justiça (fazer com que as pessoas singulares e coletivas possam recorrer de maneira facilitada, em caso de decisões automatizadas que as afetem negativamente), à igualdade (não discriminação das pessoas pelos algoritmos), proteção de dados (a IA aumenta os riscos de analisar os hábitos das pessoas) e à transparência (que permita a auditar a composição dos algoritmos, tanto para tomada de decisões, guarda e prestação de informações, como também a informação de que o cidadão interage com o sistema de IA e não humano). E, ainda, garantir que das decisões automatizadas caiba recurso a ser analisado por uma pessoa humana e não pela máquina, tal como existe no ordenamento jurídico europeu, art. 22 do GDPR. No Brasil, tal revisão por humano não é prevista expressamente pelo art. 20 da LGPD. Porém, atualmente, o Projeto de Lei nº 2338, que pretende regular a IA, no art. 8º, V e no art. 11 – demonstra acenar para a intervenção humana). Espera-se que a legislação brasileira incorpore a possibilidade de tomadas de decisão pela IA e revisão pelo humano.

Importante documento produzido foi o denominado Livro Branco<sup>17</sup> sobre a IA, onde são colocados os objetivos voltados para excelência e a confiança. A Comissão está empenhada em facilitar os progressos científicos, preservar a liderança tecnológica da EU e assegurar que as novas tecnologias estão a serviço de todos os cidadãos europeus, melhorando as suas vidas e respeitando simultaneamente os seus direitos. Para que se alcance tal propósito, a Comissão apontou sete requisitos essenciais para que se opere a IA: iniciativa e controle por humanos, robustez e segurança, privacidade e governança de dados, transparência, diversidade, não discriminação e equidade, bem-estar social e ambiental, responsabilização. Os Estados-Membros indicaram que, atualmente, não há um quadro euro-

17 UNIÃO EUROPEIA. **COM/2020/65**. Livro Branco sobre a inteligência artificial – Uma abordagem europeia virada para a excelência e a confiança. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX:52020DC0065>. Acesso em: 27 out. 2023.

peu comum. A Comissão de Ética dos Dados da Alemanha apontou à criação de um sistema de regulamentação de cinco níveis baseado no risco, que iria desde a ausência de regulamentação para os sistemas de IA mais inofensivos até a proibição total no caso de sistemas mais perigosos. A Dinamarca acaba de lançar um selo de ética dos dados. Malta introduziu um sistema de certificação voluntária para a IA. Caso não sejam adotadas diretrizes comuns no âmbito da EU, existe uma séria possibilidade de fragmentação no mercado interno, o que comprometeria os objetivos de confiança, segurança jurídica e aceitação pelo mercado, além de deixar desprotegidos os cidadãos europeus.

Do ponto de vista social e econômico poderá diminuir o custo financeiro do sistema de justiça, e diminuição dos tempos ociosos do processo, o que imprime maior celeridade aos feitos, reduzindo os custos financeiros com o sistema de justiça (operadores jurídicos e estrutura organizacional) fazendo com que setores prioritários dos direitos sociais (educação, saúde, moradia, etc) possam ser atendidos com incremento de recursos.

Do ponto de vista ético, tem-se a necessária centralidade do ser humano e não da máquina, os ganhos tidos com a IA deverão ser revertidos em melhor qualidade de vida para os seres humanos.

A respeito do advento do pós-humanismo, em virtude da expansão da IA, Pérez Luño (2020, p. 9-21), resgata, primeiramente, tal conceito na doutrina de James Barrat (2017), que sustenta o fim da era humana e o início de uma nova era presidida pela onipresença da IA. Trata-se de posição que invoca a ciência e a tecnologia como marco de referência para o desenvolvimento da vida individual e coletiva. Esta concepção se propõe a transcender os limites naturais, biológicos ou sociais que, atualmente, condicionam o pleno desenvolvimento da existência. Assim, haveria a substituição do paradigma humano e uma nova forma de existência: a pós-humanidade, fundamentada no crescimento ilimitado da IA.

O pós-humano traz o contraponto à concepção ontológica de humanismo proposta por Friederich Nietzsche, o mais célebre representante do irracionalismo do século XIX, que se opôs à tradição humanista e, particularmente, na versão ilustrada, pois considera o conhecimento humano como “humano, demasiado humano” (Nietzsche, 1970). E, ainda, estatui que a humanidade não constitui uma meta, senão somente uma trajetória em direção à super-humanidade. Adquiriu o seu “leitmotiv” presente na obra *Assim falava Zaratustra* (Nietzsche, 1985), quando afirma que “o homem é a corda

estendida entre a besta e o super-homem”. Esta visão é semelhante no tocante à necessidade de superar as limitações da realidade ontológica humana, pois pretende rechaçar toda concessão ao irracionalismo e situar-se no plano tecno-científico, sendo o que hoje postulam os ideólogos pós-humanistas.

O pós-humanismo assume que não implica a melhora, o aperfeiçoamento ou atualização do legado humanista, senão que supõe sua negação, abolição ou suplantação do humanismo. Constituinte-se, por isso, anti-humanismo, visto que rechaça uma das principais conquistas da tradição humanista que foram os direitos humanos, nas palavras de Antonio Enrique Pérez-Luño (2020, p. 18).

Faz alguns anos que Habermas (2004) foi visionário ao vislumbrar a pretensão tecnocrática de imputar a determinado tipo de conhecimento e propostas como postulados tecno científicos, quando na realidade ocultam opções práticas e interesses. A ideologia tecnocrática trata de subtrair ao debate científico e político questões que interessam à generalidade dos cidadãos e que, portanto, deveriam ser livremente discutidos. Os tecnocratas incorrem na manipulação ideológica consistente em ocultar seus interesses particulares, para revesti-los como teorias tecno-científicas, quando na realidade são meras propostas ideológicas. Habermas (2004) reflete ao final: ao desafio da técnica, não se pode responder somente com a técnica.

Os poderes que apoiam e financiam a investigação técnico-científica não são anônimos ou neutros, trata-se de pessoas e corporações reais e concretas com interesses e ideologias facilmente comprováveis, que devem ter sua responsabilidade social e política.

Portanto, a IA deve melhorar e apoiar a capacidade das pessoas, porém não as substituir.

## CONCLUSÃO

Por fim, o presente estudo tratou, em um primeiro momento, sobre o panorama do Poder Judiciário, considerando o alto nível de litigiosidade e congestionamento processual; em um segundo momento, conceituar o termo Inteligência Artificial e elencar as circunstâncias em que ela poder ser aplicável aos casos concretos. Posteriormente, a sustentabilidade passa a ser debatida a sustentabilidade, relacionada diretamente à IA.

Considerando-se as dimensões de aplicabilidade da IA no sistema de justiça cível, no tocante aos aspectos multidimensionais da sustentabilidade, em seu aspecto ambiental, estrito senso, tem-se a redução do custo do papel, advindo do processo eletrônico combinado com a IA (no sentido ambiental e financeiro), além da diminuição do tempo do processo (aspecto social).

No tocante ao aspecto jurídico-político, a IA deve ser pautada nos direitos humanos e princípios, especialmente, no tocante à dignidade da pessoa humana (centralidade no humano e não na máquina, ao acesso à justiça (fazer com que as pessoas singulares e coletivas possam recorrer de maneira facilitada, em caso de decisões automatizadas que as afetem negativamente), à igualdade (a não discriminação das pessoas pelos algoritmos), proteção de dados (a IA aumenta os riscos de analisar os hábitos das pessoas) e à transparência (que permita a auditar a composição dos algoritmos, tanto para tomada de decisões, guarda e prestação de informações, como também a informação de que o cidadão interage com o sistema de IA e não humano). E, ainda, garantir que das decisões automatizadas caiba recurso a ser analisado por uma pessoa humana e não pela máquina, tal como existe no ordenamento jurídico europeu, art. 22 do GDPR. No Brasil, tal revisão por humano não é prevista expressamente pelo art. 20 da LGPD. Porém, atualmente, o Projeto de Lei nº 2338<sup>18</sup>, que pretende regular a IA, no art. 8º, V<sup>19</sup> e no art. 11<sup>20</sup>

18 O Projeto de lei está disponível em: <https://legis.senado.leg.br/sdleg-getter/documento?dm=9347622&ts=1698248944548&disposition=inline>. Acesso em: 27 out. 2023.

19 Art. 8º A pessoa afetada por sistema de inteligência artificial poderá solicitar explicação sobre a decisão, previsão ou recomendação, com informações a respeito dos critérios e dos procedimentos utilizados, assim como sobre os principais fatores que afetam tal previsão ou decisão específica, incluindo informações sobre: I – a racionalidade e a lógica do sistema, o significado e as consequências previstas de tal decisão para a pessoa afetada; II – o grau e o nível de contribuição do sistema de inteligência artificial para a tomada de decisões; III – os dados processados e a sua fonte, os critérios para a tomada de decisão e, quando apropriado, a sua ponderação, aplicados à situação da pessoa afetada; IV – os mecanismos por meio dos quais a pessoa pode contestar a decisão; e V – a possibilidade de solicitar intervenção humana, nos termos desta Lei. Parágrafo único. As informações mencionadas no caput serão fornecidas por procedimento gratuito e facilitado, em linguagem que permita que a pessoa compreenda o resultado da decisão ou previsão em questão, no prazo de até quinze dias a contar da solicitação, permitida a prorrogação, uma vez, por igual período, a depender da complexidade do caso.

20 Art. 11. Em cenários nos quais as decisões, previsões ou recomendações geradas por sistemas de inteligência artificial tenham um impacto irreversível ou de difícil reversão ou envolvam decisões que possam gerar riscos à vida ou à integridade física de indivíduos, haverá envolvimento humano significativo no processo decisório e determinação humana final.

(demonstra acenar para a intervenção humana). Espera-se que a legislação brasileira incorpore a possibilidade de tomadas de decisão pela IA e revisão humana.

Do ponto de vista ético, não se pode perder a dimensão da centralidade do humano, vale o alerta de Hâbermas no sentido de que a pretensão tecnocrática de imputar a determinado tipo de conhecimento e propostas como postulados tecno científicos, quando na realidade ocultam opções práticas e interesses.

Nesta fase em que se discute IA e os direitos humanos não pode haver o pós-humanismo com abandono das conquistas dos direitos humanos, sob pena de se constituir em anti-humanismo, como bem alerta Antonio Enrique Pérez-Luño.

Deve haver, também, a preocupação e o compromisso com a realocação das pessoas que perderem seu ofício em razão da IA, em outros postos de trabalho, a partir de políticas pública e das empresas privadas.

A IA deve buscar uma melhor qualidade de vida aos seres humanos, em geral e buscar e colaborar na sustentabilidade (em sentido pleno) no planeta, tal é o legado a ser conferido também no microsistema de justiça cível sempre com a centralidade em prol do humano.

## REFERÊNCIAS

- ABREU, Rafael Sirangelo de. **Incentivos processuais: economia comportamental e nudges no processo civil**. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2020.
- ANDRADE, Matheus de Lima; MACHADO, Carlos Augusto Alcântara; REBOUÇAS, Gabriela Maia. Desenvolvimento Sustentável e Inteligência Artificial no Poder Judiciário: Avanços e Desafios à Luz da Agenda 2030. **RDP**, Brasília, v. 20, n. 105, p. 478-500, jan./mar. 2023.
- BARRAT, James. **Nuestra invención final: la inteligencia artificial y el fin de la Era Humana**. Trad. Cast., de S. Rodríguez. México: Paidós, 2017.
- BOERING, Daniel Henrique Arruda; ROSA, Alexandre Morais da. **Ensinando um robô a julgar: pragmática, discricionariedade, heurísticas e vieses no uso de aprendizado da máquina no judiciário**. Florianópolis: Emais Academia, 2020.

- BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm). Acesso em: 29 maio 2023.
- BRASIL. **Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018**. Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD). Brasília: Presidência da República, 2023. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2018/lei/l13709.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/l13709.htm). Acesso em: 12 dez. 2023.
- BRASIL. Senado Federal. **Projeto de Lei n.º 2338 de 2023**. Dispõe sobre o uso da IA. Brasília, 2023. Disponível em: <https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/157233>. Acesso em: 24 out. 2023.
- BRAVO, Álvaro Sánchez. Marco Europeo para una Inteligencia Artificial Basada en Las Personas. *In*: BRAVO, Álvaro Sánchez (ed.). **Derecho, Inteligencia Artificial y Nuevos Entornos Digitales**. Sevilla: Asociación Andaluza de Derecho, Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2020.
- BRYSON, Joanna J. The Artificial Intelligence of the Ethics of Artificial Intelligence. *In*: DUBBER, Markus D.; PASQUALE, Frank; DAS, Sunit (eds.). **The Oxford Handbook of Ethics of AI**. Oxônia, Reino Unido: Oxford University Press, 2020.
- CASTRO JÚNIOR, Marco Aurélio de. **Personalidade jurídica do robô e sua efetividade no Direito**. 2009. 222 f. Tese (Doutorado em Direito) – Programa de Pós-Graduação em Direito, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2009.
- COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO (CMMAD). **Nosso Futuro Comum**. 2. ed. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1991.
- CONSELHO NACIONAL DE JUSTIÇA (CNJ). **Justiça em Números 2021**. Brasília: CNJ, 2021. Disponível em: <https://www.cnj.jus.br/pesquisas-judiciarias/justica-em-numeros/>. Acesso em: 6 maio 2023.
- CONSELHO NACIONAL DE JUSTIÇA (CNJ). **Justiça em Números 2022**. Brasília: CNJ, 2021. Disponível em: <https://www.cnj.jus.br/pesquisas-judiciarias/justica-em-numeros/>. Acesso em: 8 fev. 2023.



- CRAWFORD, Kate. **Atlas of IA: Power, Politics, and the Planetary Costs of Artificial Intelligence**. New Haven; London: Yale University, 2021.
- DAHLMAN, Carl J. The problem of externality. **The Journal of Law and Economics**, Chicago, v. 22, n. 1, p. 141-162, Apr. 1979.
- FEIL, Alexandre André; SCHREIBER, Dusan. Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável: desvendando as sobreposições e alcances de seus significados. **Cad. EBAPE.BR**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 3, jul./set. 2017.
- FENOL, Jordi Nieva. **Inteligencia artificial y proceso judicial**. Madrid: Marcial Pons, 2018.
- FREITAS, Juarez; FREITAS, Thomas Bellini. **Direito e inteligência artificial: em defesa do humano**. Belo Horizonte: Fórum, 2020.
- FREITAS, Juarez. **Sustentabilidade: direito ao futuro**. 2. ed., Belo Horizonte: Fórum, 2012.
- HABERMAS, Jürgen. **O futuro da natureza humana: a caminho de uma eugenia liberal?** São Paulo: Martins Fontes, 2004.
- HERWEIJER, C.; COMBES, B.; GILLHAM, J. **How AI Can Enable a Sustainable Future**; London, UK: Microsoft; PWC, 2020. Disponível em: <https://www.pwc.co.uk/sustainability-climate-change/assets/pdf/how-ai-can-enable-a-sustainable-future.pdf>. Acesso em: 16 mar. 2024.
- HOFFMANN-RIEM, Wolfgang. Big Data e Inteligência Artificial. **Revista de Estudos Institucionais**, v. 6, n. 2, p. 431-506, maio/ago. 2020.
- LEE, Kai-Fu. **Inteligência artificial**. Tradução de Marcelo Barbão. Rio de Janeiro: Globo livros, 2019.
- LÓPEZ DE MÁNTARAS BADIA, Ramon; MESEGUER GONZÁLEZ, Pedro. **Inteligencia artificial**. Madrid: CSIC/Catarata, 2017.
- MACHADO, Maíra Rocha (org.). **Pesquisar empiricamente o direito**. São Paulo: Rede de Estudos Empíricos em Direito, 2017.
- MARCO, Crithian Magnus de; MEZZAROBBA, Orides. O direito humano ao desenvolvimento sustentável: contornos históricos e conceituais. **Veredas do Direito: Direito Ambiental e Desenvolvimento Sustentável**, v. 14, n. 29, p. 323-349, 2017.
- MCCARTHY, John. **What is Artificial Intelligence**. Stanford, CA, EUA: Stanford University, 2007.

- MEDINA, José Miguel Garcia. A era da inteligência artificial: as máquinas poderão tomar decisões judiciais? **Revista dos Tribunais**, v. 1020, p. 311-338, out. 2020.
- MELO, Bricio Luis da Anunciação; CARDOSO, Henrique Ribeiro. Sistemas de Inteligência Artificial e Responsabilidade Civil: Uma Análise da Propositura Europeia acerca da atribuição de Responsabilidade Civil. **Direitos Fundamentais & Justiça**, Belo Horizonte, v. 16, n. 1, p. 89-114, out. 2022.
- NIETZSCHE, Friederich Wilhelm. **Assim falava Zaratustra**. São Paulo: Hemus, 1985.
- NIETZSCHE, Friederich Wilhelm. **Humano, demasiado humano**. Buenos Aires: Prestigio, 1970.
- PÉREZ-LUÑO, Antonio Enrique. Inteligencia Artificial y posthumanismo. In: BRAVO, Álvaro Sánchez (ed.). **Derecho, Inteligencia Artificial y Nuevos Entornos Digitales**. Sevilla: Asociación Andaluza de Derecho, Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2020. p. 9-22.
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável 2012. **Declaração Final da Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável (Rio + 20)**. Disponível em: <https://riomais20sc.ufsc.br/files/2012/07/CNUDS-vers%C3%A3o-portugu%C3%AAs-COMIT%C3%8A-Pronto1.pdf> Acesso em: 16 mar. 2024
- PORTO, Fábio Ribeiro. O impacto da utilização da inteligência artificial no executivo fiscal. **Direito em Movimento**, v. 17, n. 1, p. 142-199, 2019.
- REZENDE, M. J. de. Os Relatórios do Desenvolvimento Humano (RDHS/PNUD/ONU) da Década de 1990 e as Propostas para Enfrentar as Múltiplas Formas de Desigualdades. **Revista De Ciências Sociais**, v. 45, n. 1, p. 121-147, 2016. Disponível em: <http://www.periodicos.ufc.br/revcienso/article/view/2431>. Acesso em: 6 maio 2023.
- SACHS, Jeffrey. **A era do desenvolvimento sustentável**. Trad. Jaime Araújo. Lisboa: Actual, 2017.
- SALOMÃO, Luis Felipe. **Artificial Intelligence: technology Applied to conflict resolution in the Brazilian Judiciary**. São Paulo: FGV, 2020. Disponível em: [https://ciapj.fgv.br/sites/ciapj.fgv.br/files/report\\_ai\\_ciapj.pdf](https://ciapj.fgv.br/sites/ciapj.fgv.br/files/report_ai_ciapj.pdf). Acesso em: 6 maio 2023.

- SAMEK, Wojciech; MONTAVON, Grégoire; VEDALDI, Andrea; HANSEN, Lars Kai; MÜLLER, Klaus-Robert. **Explainable AI: Interpreting, Explaining and Visualizing Deep Learning**. Berlin: Springer Nature, 2019.
- SCHERER, Matthew. Regulating artificial intelligence systems: risks, challenges, competences, and strategies. **Harvard Journal of Law and Technology**, [Cambridge, Mass.], v. 29, n. 2, p. 353-400, Spring 2016.
- SCHWAB, Klaus. The fourth industrial Revolution. **World Economic Forum**, 2016.
- SEN, Amartya. **Desenvolvimento como liberdade**. São Paulo: Cia das Letras, 2010.
- STRECK, Lenio Luiz. **Constituição, sistemas sociais e hermenêutica**: anuário do programa de Pós-Graduação em Direito da UNISINOS. Porto Alegre: Livraria do Advogado; São Leopoldo: Unisinos, 2014.
- STRECK, Lenio Luiz. **Dicionário de hermenêutica**: quarenta temas fundamentais da teoria do direito à luz da crítica hermenêutica do direito. Belo Horizonte: Letramento; Casa do Direito, 2017.
- STRECK, Lenio Luiz. **Hermenêutica e jurisdição**: diálogos com Lenio Streck. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2017.
- STRECK, Lenio Luiz. **O que é isso**: decido conforme a minha consciência? 4. ed. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2013.
- STRECK, Lenio Luiz. **Verdade e consenso**. 6. ed. São Paulo: Saraiva, 2017.
- TIMM, Luciano Benetti; TRINDADE, Manoel Gustavo Neubarth; MACHADO, Rafael Bicca. O problema da morosidade e do congestionamento judicial no âmbito do processo civil brasileiro: uma abordagem de law and economics. **Revista de Processo**, v. 290, p. 441-469, abr. 2019.
- UNIÃO EUROPEIA. **COM/2020/65**. Livro Branco sobre a inteligência artificial – Uma abordagem europeia virada para a excelência e a confiança. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX:52020DC0065>. Acesso em: 27 out. 2023.

- UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME (PNUD). **Human Development Report 1990**. Disponível em: <https://hdr.undp.org/content/human-development-report-1990>. Acesso em: 16 mar. 2024.
- VALENTIN, Rômulo Soares. **Julgamento por computadores?** As novas possibilidades da juscibernética no Direito e do trabalho dos juristas. 2017. 152 f. Tese (Doutorado em Direito) – Programa de Pós-Graduação em Direito, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2017.
- WARAT, Luis Alberto. **O Direito e sua linguagem**. Porto Alegre: Sérgio Antônio Fabris Editor, 1984.
- WILLIAMSON, Oliver E. **The economic institutions of capitalism: firms, markets, relational contracting**. New York: Collier Macmillan; London: The Free Press, 1985.
- WOLKART, Erik Navarro. **Análise econômica do processo civil: como a economia, o direito e a psicologia podem vencer a tragédia da justiça**. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2019.
- YEUNG, Luciana Luk-Tai; AZEVEDO, Paulo Furquim de. Measuring the Efficiency of Brazilian Courts form 2006 to 2008: What do the Numbers tells us? *In: Insper Working Paper*. São Paulo: Insper. 2011. Disponível em: [https://www.insper.edu.br/wp-content/uploads/2012/10/2011\\_wpe251.pdf](https://www.insper.edu.br/wp-content/uploads/2012/10/2011_wpe251.pdf).
- YEUNG, Luciana. Jurimetria ou Análise Quantitativa de Decisões Judiciais. *In: MACHADO, Máira Rocha (org.). Pesquisar empiricamente o direito*. São Paulo: Rede de Estudos Empíricos em Direito, 2017. p. 249-274.

## **O ACESSO À JUSTIÇA CONTEMPORÂNEO E A JURISDIÇÃO AMBIENTAL NO BRASIL: A NECESSIDADE DE ESPECIALIZAÇÃO<sup>1</sup>**

*Talissa Truccolo Reato<sup>2</sup>*  
*Cleide Calgaro<sup>3</sup>*

### **INTRODUÇÃO**

Para prostrar a crise ecológica, de maneira que seja detida a intensificação de conflitos ambientais (os quais se proliferam recorrentemente no Brasil), emerge e se fortalece um autêntico pleito: a especialização da jurisdição ambiental. Deste modo, considerando o acesso à justiça ambiental, que é protegido constitucionalmente, e a complexidade das demandas ambientais atuais, guindam-se mode-

---

1 Trabalho financiado pelo Edital 2/2017 da Fapergs, resultante dos Grupos de Pesquisas (CNPq): Metamorfose Jurídica, Regulação Ambiental da Atividade Econômica Sustentável (REGA) e Filosofia do Direito e Pensamento Político (UFPB).

2 Pós-Doutoranda PDPG/Capes no PPGCTA da UFFS (2023-). Doutora em Direito pelo PPGD da Universidade de Caxias do Sul (2019/2021). Bolsa Prosup/Capes durante o Doutorado. Mestra em Direito pelo PPGD da Universidade de Passo Fundo (2016/2018). Bolsa Prosup/Capes durante o Mestrado. Realizou estância de pesquisa (atividades docentes e investigatórias) na Faculdade de Direito da Universidade de Sevilla – Espanha (2017). Graduada em Direito pela Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (2009/2014). Advogada (2014 – atual.). Professora do Curso de Direito da Universidade de Passo Fundo (2022-atual.) E-mail: talissareato@upf.br.

3 Doutora em Ciências Sociais, em Filosofia e em Direito. Pós-Doutora em Filosofia e em Direito. Atualmente é Professora da Graduação e Pós-Graduação – Mestrado e Doutorado – em Direito na Universidade de Caxias do Sul – UCS. É Líder do Grupo de Pesquisa “Metamorfose Jurídica”. Membro do Comitê Assessor de Ciências Humanas e Sociais da Fapergs: Membro Titular (2019-2022/2022-2024). Presidenta do Conselho Consultivo Internacional da Escuela Interdisciplinar de Derechos Fundamentales Praeeminentia Iustitia – Perú. Socióloga, Pedagoga e Psicanalista. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1840-9598>. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8547639191475261>. E-mail: ccalgaro1@hotmail.com.

los para solução de conflitos ambientais no Brasil no âmbito estatal e não estatal.

Sendo assim, o objetivo geral não é outro senão examinar o acesso à justiça ambiental e a jurisdição ambiental no Brasil, além de realizar uma verificação sobre as hipóteses de especialização da jurisdição ambiental no Brasil, sendo elas por um lado a criação de uma Justiça Especializada em Direito Ambiental (nos moldes da Justiça do Trabalho e da Justiça Eleitoral) e por outro a ampliação de varas/câmaras especializadas em matéria ambiental somada à qualificação dos juízes a fim de que as decisões sejam mais céleres e eficazes. Ademais, reporta-se aos meios optativos de solução de conflitos extrajudiciais.

A fração inicial aborda o acesso à justiça ambiental no Brasil. Neste sentido, retrata as mudanças do acesso à justiça contemporâneo e aponta seu sentido, qual seja: que não basta alcançar o processo, mas é preciso ter tratamentos apropriados. Além disso, esta parcela apresenta os meios alternativos de solução de conflitos e os individualiza, em que pese no Brasil prepondera a justiça estatal.

A segunda parte envolve aspectos da jurisdição ambiental no Brasil, de modo que se expõe uma definição de jurisdição até alcançar o eixo conceitual de jurisdição ambiental como atividade construtiva. Aponta-se a premência de afastar o processo ambiental do direito privado e introduz-se as formas de especialização da jurisdição ambiental. O momento final verifica a significação do processo expondo a relação entre direito material e direito processual, bem como denota qual é o papel do juiz na jurisdição ambiental. Revela-se, por fim, opções de especialização, isto é, a questão da concepção de uma Justiça Ambiental Especializada *versus* a ampliação de varas e câmaras especializadas em matéria ambiental, além da qualificação dos juízes.

Nesta investigação a linguagem textual está posta via leitura sistemática e, para tal, utiliza-se o método hipotético-dedutivo. Ademais, a pesquisa é classificada como básica, exploratória e bibliográfica; teve como base o estudo de doutrinas que visam aprimorar a questão observada.

## **ACESSO À JUSTIÇA AMBIENTAL NO BRASIL**

O acesso à justiça, como princípio, está disposto no artigo 5º, inciso XXXV, da Constituição da República Federativa do Brasil<sup>4</sup>.

---

4 Dispõe o Artigo 5º, inciso XXXV, da Constituição Federal de 1988: "Todos são iguais perante a lei, sem distinção de qualquer natureza, garantindo-se aos

Destarte, a pesquisa inicia por uma análise do acesso à justiça em um viés contemporâneo a partir da conceituação e da constatação que além do Poder Judiciário há outros meios para solucionar conflitos. Isto determinado, passa-se a apreciação da justiça ambiental no Brasil, uma vez que o abalo dos ecossistemas afeta injusta e desigualmente grupos sociais distintos. Por fim, depois de tecidas algumas considerações prementes, é possível compreender a amálgama do acesso à justiça com justiça ambiental no contexto brasileiro.

Dessa maneira, primeiramente cumpre informar que a concepção clássica de “acesso à justiça”, que se condensava na possibilidade de buscar o Poder Judiciário para deduzir uma pretensão resistida, precisa se adaptar nos dias contemporâneos “à nova demanda por justiça e possibilitar o acesso aos indivíduos que se encontram impedidos de utilizar o sistema de justiça em razão de variados fatores” (Cabral, 2013, p. 26-27). Dentre os elementos que atravancam o acesso à justiça por determinados segmentos sociais, possivelmente como protagonista, está a desigualdade socioeconômica, a qual tem relação direta com diversas mazelas ambientais.

Retomando a questão do “acesso à justiça”, importa frisar que esta expressão envolve um conteúdo de amplo espectro, isto é, parte da genuína compreensão

do ingresso do indivíduo em juízo, perpassa por aquela que enforça o processo como instrumento para a realização dos direitos individuais, e, por fim, aquela mais ampla, relacionada a uma das funções do próprio Estado a quem compete, não apenas garantir a eficiência do ordenamento jurídico; mas, outrossim, proporcionar a realização da justiça aos cidadãos (Cichocki Neto, 1998, p. 61).

Nesta óptica, o acesso à justiça não tange apenas a existência de uma ordem jurídica reguladora das atividades dos indivíduos e sociais, implica ao mesmo tempo na distribuição legislativa justa de direitos e de faculdades substanciais. Destarte, a definição de acesso à justiça, em um sentido mais extensivo, envolve toda atividade jurídica, de maneira que compreende a criação de normas jurídicas e sua respectiva interpretação, integração e aplicação, com justiça (Cichocki Neto, 1998, p. 63).

---

brasileiros e aos estrangeiros residentes no País a inviolabilidade do direito à vida, à liberdade, à igualdade, à segurança e à propriedade, nos termos seguintes: XXXV – a lei não excluirá da apreciação do Poder Judiciário lesão ou ameaça a direito” (BRASIL, 1988).

A magnitude do acesso à justiça se relaciona, especialmente, com o fato de que é o princípio responsável por assegurar a efetividade dos demais direitos, visto que o acesso à justiça permeia toda atividade jurídica do Estado. Seu desígnio faz referência aos indivíduos (por conferir um bem imanente à sua condição humana) e ao Poder (por determinar um método de pacificação social). Isto leva a compreender que o acesso à justiça é um direito fundamental e é garantia à realização efetiva dos outros direitos (Cichocki Neto, 1998, p. 65).

Destarte, notório que os direitos são “letra morta” se não houverem instâncias que garantam seu cumprimento. O Poder Judiciário, neste viés, é o detentor de um ofício fulcral. Cabe ao Judiciário aplicar a lei e garantir a efetivação de direitos, seja na seara individual ou em âmbito coletivo. Desta forma, o Poder Judiciário, principal guardião das liberdades e da cidadania, no exercício de suas funções engloba duas frentes: é poder do Estado e é prestador de serviços. Nestas faces deve haver, por excelência, a distribuição de justiça (Sadek, 2001, p. 7).

Além disso, Cândido Rangel Dinamarco ressalta que o acesso à justiça não significa o mero ingresso em juízo. A garantia constitucional da ação seria inservível se assegurasse somente que as pretensões das pessoas chegassem ao processo. Logo, importa garantir também um tratamento apropriado. Portanto, urge-se que as aspirações recebam efetivamente um julgamento “de fundo”, preocupado com os resultados exteriores. Dinamarco acrescenta que só “tem acesso à ordem jurídica justa quem recebe justiça”. E completa que “receber justiça significa ser admitido em juízo, poder participar, contar com a participação adequada do juiz e, ao fim, receber um provimento jurisdicional consentâneo com os valores da sociedade.” (Dinamarco, 2009, p. 118).

Portanto, observa-se que na história da cultura jurídica brasileira prepondera o direito estatal (oficial e formal) na resolução de conflitos, em detrimento de meios não estatais. Entretanto, o Estado, por vezes, produz um direito inadequado para as demandas da sociedade, tanto do povo quanto em relação aos interesses das elites. Deste modo, insurgem no curso da história normatividades distintas para solucionar controvérsias, fora do âmbito do direito estatal posto (Cesar, 2002, p. 115).

Neste sentido, na atualidade, é perceptível o esgotamento do Poder Judiciário como instância exclusiva para a solvência de conflitos, mormente os embates que circundam interesses e direitos coletivos. A lentidão dos procedimentos, a falta de eficácias das decisões,



os elevados custos das ações judiciais, afastam parte da população dos Tribunais, privando-se, diversas vezes, de buscar os seus devidos direitos (Cesar, 2002, p. 120). Entretanto, no que tange a proteção ambiental não é possível admitir uma abstenção de buscar uma resolução adequada para os imbróglis, uma vez que as consequências dos danos ambientais, em geral, produzem um impacto extensivo.

Assim, embora o Poder Judiciário seja a principal via de acesso à justiça, não é descabido refletir sobre a tendência da comunidade a se voltar para institutos da conciliação, da mediação e da arbitragem, haja vista uma crise funcional (que advém da própria crise do Estado, a qual afeta a jurisdição), uma vez que, por ter diversas funções, o Estado acaba apresentando falhas de eficácia ao desempenhá-las. Fator paralelo é o aumento da demanda da sociedade civil, o que obstaculiza ainda mais as missões do Poder (Meleu, 2014, p. 115).

A fim de elucidar, meios alternativos de solução de conflitos é a nomenclatura mais usada no tratamento de ferramentas que autorizem a obtenção de respostas para conflitos “à margem da via jurisdicional, expressão que decorre da tradução do termo mais recorrente na doutrina internacional para seu tratamento: ADR – *Alternative Dispute Resolution*.” (Cabral, 2013, p. 34). Em termos bastante objetivos, uma vez que não se intenta aprofundar este tema, quando se aborda conciliação significa que se está relatando um método em que a intervenção de um terceiro, alheio ao conflito, ajuda os interessados a encontrarem uma plataforma de acordo para resolver a disputa. Ao conciliador cabe a promoção do contato entre as partes, auxiliando e facilitando sua comunicação. Já a mediação pode ser vista como a intervenção de um terceiro imparcial na negociação entre os envolvidos para facilitar o diálogo, o que culmina não apenas na resolução do conflito, mas na própria relação desgastada, permitindo que continue pacificamente. Quanto a arbitragem, trata-se de instituição por meio da qual as pessoas (naturais ou jurídicas) submetem questões litigiosas para um árbitro ou um tribunal arbitral, ao qual os envolvidos atribuem o poder de emitir uma decisão vinculante (Cabral, 2013, p. 45; 47; 54).

Mencionados meios opcionais de resolução de conflito podem ser utilizados em casos ambientais porque são mais céleres, via de regra tem um custo menor e diminuem as incertezas em relação aos resultados (já que resultam da construção conjunta entre os envolvidos). Sem embargo, o Poder Judiciário detém a função de dizer o direito por excelência, tanto é assim que os meios alternativos de solução de conflito são nominados dessa forma por se tratar de uma

escolha que quem requer possui, como uma verdadeira alternativa à opção principal (que é o Poder Judiciário, em que pese este esteja sobrecarregado, lento e, por vezes, conceda decisões que não operam efetividade).

Isto posto, em termos de acesso à justiça ambiental pelas vias judiciais, meio mais frequente, pode-se dizer que se trata de enfoque ambicioso, porém necessário

para uma efetiva cidadania ambiental, já que perpassa pelo acesso a meios de exercício e operacionalização dos direitos socioambientais, de modo a tornar efetiva a defesa dos interesses dos indivíduos vítimas de injustiças ambientais. Perpassa também pelo acesso ao sistema jurídico-ambiental de modo permitir que as comunidades fragilizadas, vítimas de injustiças ambientais, tenham condições de judicializar as demandas decorrentes dos conflitos ecológicos distributivos, reivindicar direitos e tutelar seus legítimos interesses. Perpassa ainda pelo acesso a uma decisão judicial justa, ou seja, pelo acesso a provimentos jurisdicionais norteados por princípios de justiça ambiental (Rammê, 2014, p. 193-194).

Zenildo Bodnar destaca que o acesso efetivo à justiça ambiental é um tema que precisa estar no centro das reflexões, uma vez que tem uma relevância direta na consolidação de novos comportamentos em prol da salvaguarda do meio ambiente. A plenitude da garantia do acesso à justiça ambiental não envolve apenas o aspecto procedimental (como conjunto de garantias para facilitar o ingresso em juízo), mas também ao conteúdo dos provimentos jurisdicionais para a verdadeira consecução da justiça na perspectiva socioecológica, isto é, ao acesso a uma ordem ambiental justa na seara difusa, transgeracional e global (Bodnar, 2012, p. 224).

Outrossim, quando se funde o qualificativo ambiental ao princípio do acesso à justiça significa um real “redimensionamento no conteúdo e na abrangência deste postulado fundamental, exatamente em função do compromisso que deve assumir em prol da tutela efetiva do meio ambiente” (Bodnar, 2012, p. 224).

Considerando, destarte, que a via judicial é o meio mais comum de acesso à justiça ambiental, o Poder Judiciário deve facilitar a aproximação, assegurando

a participação direta dos cidadãos nos procedimentos jurisdicionais em matéria ambiental. A participação efetiva dos destinatários das normas ambientais

é a melhor estratégia a ser utilizada para o tratamento das lides ambientais mais complexas, tendo em vista que também concretiza os princípios da informação, da educação, da conscientização e do comprometimento solidário com proteção do meio ambiente (Bodnar, 2012, p. 260).

Dessa maneira, a justiça ambiental é imprescindível para conceder equidade de condições de vida, para que as destruições do meio ambiente sejam afastadas e os vulneráveis protegidos. Para que a justiça ambiental seja acessada é que urge o compromisso do Poder Judiciário a fim de que suas respostas sejam efetivas, bem como o estímulo do uso de mecanismos alternativos de solução de conflitos, visto que o objetivo maior é que, independente da escolha (pela via estatal ou não), aos problemas ambientais sejam concedidas soluções que promovam a recuperação do ambiente abalado (quando possível), eduquem e evitem a reincidência.

## **JURISDIÇÃO AMBIENTAL NO BRASIL**

Mauro Cappelletti e Bryant Garth, ao examinar as barreiras do acesso à justiça, aduzem a existência de um padrão: os óbices engendrados pelos sistemas jurídicos são mais pronunciados para as causas menores e também para autores individuais, especialmente para os pobres; simultaneamente, as vantagens tocam os litigantes organizacionais (Cappelletti; Garth, 1988, p. 28). Logo, a relevância de uma Jurisdição Ambiental robusta é fulcral, haja vista que muitos dos maiores impactos ambientais foram e ainda são causados por grandes corporações, as quais portam prerrogativas quando ocorre um embate.

Primeiramente, registra-se, antes de adentrar nas especificidades da Jurisdição Ambiental, que a Jurisdição é uma “função exercida pelo Estado através de agentes adequados (os juízes), com vista à solução imperativa de conflitos interindividuais ou supra-individuais e aos demais escopos do sistema processual.” (Dinamarco, 2009, p. 315). Reforça-se que, como visto, em que pese os meios alternativos de solução de conflitos sejam muito apazíveis, é pela via do Poder Judiciário que se perquire a resolução de parcela significativa dos conflitos envolvendo matéria ambiental.

Outrossim, importa destacar que Ovídio A. Baptista da Silva, após realizar uma análise de doutrinas que envolvem o conceito de

Jurisdição, considera que as notas essenciais devem atender a dois pressupostos básicos:

a) o ato jurisdicional é praticado pela autoridade estatal, no caso pelo Juiz, que o realiza por dever de função, ou seja, o Juiz, ao aplicar a lei ao caso concreto, pratica essa atividade como finalidade específica de seu agir; ao passo que o administrador deve desenvolver a atividade específica de sua função tendo a lei por limite de sua ação, cujo objetivo não é a aplicação simplesmente da lei ao caso concreto, mas a realização do bem comum, segundo o direito objetivo; b) o outro componente essencial do ato jurisdicional é a condição de terceiro imparcial em que se encontra o Juiz com relação ao interesse sobre o qual recai a sua atividade. Ao realizar o ato jurisdicional, o Juiz mantém-se numa posição de independência e estraneidade relativamente ao interesse tutelado (Silva; Gomes, 2000, p. 73-74).

Determinado o que se entende por Jurisdição e cômico de que a Constituição Federal de 1988 garante a apreciação por parte do Poder Judiciário de toda e qualquer lesão ou ameaça a direito, é coerente perceber que o Direito Ambiental recebe proteção constitucional, no plano instrumental, de maneira que é outorgado direito de agir em casos de lesão ou ameaça ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, que pode ser entendido como o patrimônio genético, o meio ambiente cultural, artificial, natural ou do trabalho. Mencionado direito de agir é do povo, que, por meio de legitimados ativos determinados em lei, atua na defesa dos bens ambientais a partir de uma postura fundamentalmente preventiva, justamente por ser o intento maior do direito processual destinado a proteger a vida em todas as suas formas para presentes e as futuras gerações (Fiorillo; Ferreira, 2012, p. 45).

A Jurisdição Ambiental representa uma forma para alcançar a pretensão de uma sociedade em relação à preservação mediante o direito fundamental ao meio ambiente. Sendo assim, os procedimentos judiciais que tem por objetivo fazer uma identificação e tutelar o bem ambiental precisam ser condizentes com a pretensão de um direito fundamental, o qual, por sua vez, deve ser apreciado como advindo da própria “atividade estatal, bem como da sociedade em si, na sua atuação como coletividade e, justamente por isso, a necessidade do alcance de sua defesa por meio de um processo judicial efetivo.” (Leal, 2017, p. 122).

Assim, há uma função transformadora, uma verdadeira atividade construtiva, da Jurisdição Ambiental, como mecanismo para a afirmação dos valores e princípios constitucionais ecológicos e da ordem jurídica, a qual está fundada na necessidade de uma imputação de deveres fundamentais e na solidariedade. Mencionada missão precisa não apenas nortear a implementação das normas ambientais, como também constituir o fundamento elementar para o controle jurisdicional das políticas públicas ambientais (Cruz; Bodnar, 2012, p. 82-83; 88).

Ademais, cabe concretizar uma nova perspectiva, a qual demonstra a urgência de mais celeridade na resolução judicial de conflitos ambientais, evitando que essa demora deixe espaço para que a tutela do ambiente não se efetive (Leal, 2017, p. 122). Acerca da morosidade que não pode ser admitida, Carlos Alberto Lunelli e Jeferson Dytz Marin afirmam que quando uma questão ambiental chega a juízo (o que significa que não houve solução administrativa) as demandas ambientais exigem atitudes positivas que, de modo efetivo, se preocupem com a máxima proteção almejada, de maneira que não se admite desperdiçar o tempo na solvência da lide, exatamente em virtude de que muitos anos de falta de atenção para com o meio ambiente precisam ser recuperados, ou melhor, precisam ser amenizados para que as gerações vindouras tenham a chance de provar do mundo que o ser humano atual está, gradativamente, destruindo (Lunelli; Marin, 2012, p. 18).

Além disso, importa expor que a proteção do meio ambiente, praticada por intermédio da tutela jurisdicional, será mais efetiva quanto mais afastada estiver do processo ambiental imerso nas concepções de direito privado, de modo que o “bem ambiental reclama tutela diversa, livre das presilhas ideológicas e distanciada da dogmática processual.” (Lunelli, 2012, p. 161).

Neste sentido, aduz-se que a tutela do ambiente implica na concepção de um processo participativo a fim de proporcionar equilíbrio entre esfera pública/privada e a esfera coletiva consagrada constitucionalmente. Desse modo, para suprir o espaço não ocupado pelo modelo processual coletivo atual, que detém caráter adversativo e inercial (vinculado estruturalmente ao processo civil), defende-se um processo que seja inclusivo, no qual soluções coletivamente construídas, na perspectiva da lei e dos princípios constitucionais, possam ofertar limites às atividades ecologicamente abusivas de ordem privada e estatal.” (Silveira, 2014, p. 187).

Sendo assim, além de ser imprescindível reconfigurar o modelo de processo que tutela o ambiente no Brasil, distanciando-o dos mol-

des da civilística processual (para que tenha sua própria individualidade e efetive a justiça) importa igualmente que se eleja, inclusive com o auxílio de análises científicas, a categoria de Jurisdição Ambiental que melhor se adequa perante as necessidades brasileiras. Neste viés, pode-se dizer que a jurisdição ambiental no mundo está dividida em três estratos: o primeiro reporta os sistemas judiciais sem nenhuma especialização, nos quais o julgamento de questões ambientais é feita por um juízo comum ou geral; o segundo trata de sistemas que tem especialização interna dos órgãos judiciais e; por fim, o terceiro envolve sistemas que possuem tribunais ambientais (Freitas; Agostini, 2012, p. 317). Considerando que no Brasil o primeiro e o segundo padrão existem, percebe-se que se faz necessário um balanço sobre qual configuração é mais pertinente e, se não é o caso de se construir uma Justiça Especializada, considerando o cenário atual.

### **JUSTIÇA AMBIENTAL ESPECIALIZADA *VERSUS* QUALIFICAÇÃO DE JUÍZES E AMPLIAÇÃO DE VARAS/CÂMARAS DE MATÉRIA AMBIENTAL NO BRASIL**

Ainda que se considere, em uma ótica otimista, que a legítima preocupação com o meio ambiente no Brasil ocorre desde o início dos anos de 1970, sobretudo em decorrência da Convenção de Estocolmo, percebe-se que referida solicitude não possui sequer meio século de incidência. Desse modo, é bastante principiante o zelo com a natureza no maior país (em termos de extensão territorial) da América do Sul. São latentes problemas ambientais, tais como o destino adequado para os resíduos sólidos, o desmatamento, as queimadas de florestas, a poluição, além de questões urbanísticas, como a ocupação inadequada de áreas de morro e encostas dos rios. A tragédia socioambiental ocorrida no município de Mariana, em Minas Gerais, em virtude do rompimento da barragem de Fundão, em 2015, e o desastre ocorrido pelo rompimento da barragem em Brumadinho, igualmente em Minas Gerais, quatro anos depois do primeiro acontecimento, exemplificam como é urgente visitar as questões relacionadas ao meio ambiente natural e construído. Neste viés, importa pesquisar e discutir sobre jurisdição ambiental, para que, inclusive na conjuntura de catástrofes, sejam obstados os danos ao meio ambiente ou não menos que remidos, de maneira que os prejuízos sejam minimizados pela interferência do Poder Judiciário.

Evidente que quando se aborda a jurisdição ambiental, toca-se o processo, que é o meio, ou seja, o instrumento que, por excelência, opera; porém, não apenas isso, o processo é um elemento que integra o próprio ser do Direito. A relação entre “o chamado direito material e o processo não é uma relação *meio/fim*, instrumental, como se tem proclamado com muita ênfase, ultimamente, por força do prestígio de seus arautos, sim uma relação integrativa, orgânica, substancial.” (Passos, 1999, p. 68-69).

José Joaquim Calmon de Passos, acerca da magnitude do processo, explicita que acreditar-se e dizer-se que o primordial é a tutela jurídica, sendo o processo, como prestação da atividade jurisdicional, o acessório é adotar uma postura

ideologicamente perigosa, de todo incompatível com o ganho civilizatório que a democracia representa como forma de convivência política. Se o Direito é *produzido* socialmente pelos homens, a vitória mais significativa da modernidade, em termos políticos, foi assentar-se como inafastável postulado, que sua validade é indissociável do processo de sua produção, processo este incompatível com o arbítrio, exigindo, para legitimar-se, atenda a regras cogentes e prévias, respeitados os princípios fundamentais do Estado de Direito Democrático, tudo constitucionalmente prefixado (Passos, 1999, p. 68-69).

Outrossim, são diversos os fatores que implicam quando se aborda a procura por uma realidade processual que seja capaz de alcançar níveis de eficácia material na tutela ambiental. Fato é que a questão ideológica de uma decisão que condiga com a proteção de um direito fundamental, ante a necessidade de preservação do ambiente, “deve ser vista como uma característica inerente à solução que se aponta para a efetividade da jurisdição ambiental, em sua mais completa expressão.” (Leal, 2017, p. 125).

Como já observado, em que pese seja fulcral o uso cada vez mais intenso de meios alternativos de solução de conflitos nos temas ambientais, o Poder Judiciário e, por decorrência, o juiz, detém um relevante papel em mencionada matéria. Desse modo, uma das razões da notoriedade tange o fato de o juiz exercer um poder em nome do povo e ter (por obrigação) que defender e preservar o meio ambiente para as presentes e para as futuras gerações. Outro motivo de seu realce é pelo papel de intérprete da norma ambiental (Freitas, 1997, p. 20).

Ademais, o juiz, como representante do Poder Público, pode, conforme o local e o período em que desempenha suas atividades, praticar importante atribuição. Na condição de magistrado de comarca do interior, sua presença serve de estímulo nas atividades comunitárias em defesa do meio ambiente, especialmente em virtude da respeitabilidade do cargo. No exercício da função jurisdicional, o juiz deve observar o vulto social das ações ambientais. Além do mais, o julgador, ao dizer o direito, não pode ser condescendente com alegações desprovidas de desempenho. Em síntese, o juiz não pode ser mero espectador apático dos fatos que lhe cabem, ao contrário, ele precisa acompanhar a prova e a avaliar considerando o interesse coletivo (Freitas, 1997, p. 20).

Isto significa que o juiz não precisa ser, necessariamente, vocacionado para as causas ambientais. Basta que, na qualidade de ser humano culto, esteja, dentro de sua função, conectado com a essência de seu labor, que é deveras integrado aos anseios sociais (Antônio, 2002, p. 397). Sendo assim, observa-se que evidentemente a tutela jurisdicional do meio ambiente e seu respectivo nível de eficácia se relacionam com a qualidade da prestação jurisdicional (Freitas; Agostini, 2012, p. 320). Contanto, nos casos de especialização da jurisdição de matéria ambiental, entende-se que urge maior reconhecimento do magistrado com situações envolvendo o meio ambiente. No Brasil, não há uma Justiça Especializada em direito ambiental, há, no entanto, varas especializadas no referido ramo, porém esta não é a realidade em todas as comarcas, apenas nas maiores. Assim, há duas posições: a primeira delas advoga que se houvesse uma justiça especializada, mais regiões poderiam ser contempladas; a segunda delas é que o custo de uma justiça especializada não compensaria, de modo que seria mais viável ampliar as varas de matéria ambiental e qualificar os magistrados.

Fato é que por meio de uma justiça especializada ou por meio da ampliação de varas de matéria ambiental, tomando em consideração a experiência mundial, a especialização da jurisdição ambiental é uma tendência inevitável para ampliar a efetividade da obtenção dos resultados jurídicos e práticos no desafio de garantir a salvaguarda ambiental. Tendo em vista os órgãos jurisdicionais especializados em soluções de litígios ambientais existentes no Brasil, é possível dizer que há uma demanda suficiente para a criação de outros órgãos, uma vez que a crise ecológica causa novos conflitos ambientais, os quais carecem de apreciação judicial (Freitas; Agostini, 2012, p. 320).



Assim, observando a existência dos conflitos ambientais, é fundamental que o Poder Judiciário esteja capacitado

para que a prestação jurisdicional possa ser a mais adequada ao caso concreto. Disso decorre a premente necessidade de especialização dos órgãos jurisdicionais, porque são demandas que envolvem alto grau de complexidade, seja em razão dos inúmeros recursos legislativos, seja da difícil compreensão acerca das provas técnicas. A manutenção da distribuição de processos ambientais a juízos genéricos coloca em xeque a celeridade, a presteza e a eficiência do julgado. Portanto, a criação de órgãos jurisdicionais especializados em questões que envolvam o meio ambiente encontra eco na Constituição Federal, porque a adequada aplicação do Direito na seara dos conflitos ambientais garante a efetividade do direito fundamental ao meio ambiente ecologicamente equilibrado (Freitas; Agostini, 2012, p. 320).

Ocorre que no Brasil, como já foi consignado anteriormente, no que concerne a jurisdição ambiental, encontra-se ampla divergência de opiniões sobre qual seria a melhor opção de especialização da jurisdição ambiental. De um lado, defende-se a qualificação dos juizes e a criação de mais varas/câmaras próprias para tramitação de questões ambientais dentro da estrutura existente, neste sentido o argumento é que seria a alternativa mais rápida, mais útil e menos dispendiosa, uma vez que se aprimora o que já existe. Por outro lado, há quem alegue a necessidade da criação de uma Justiça Especializada em Direito Ambiental, por ser mais específica e, por conseguinte, supostamente mais efetiva. Além disso, há quem diga que, sobretudo em paralelo com estas duas alternativas, importa ampliar a estimulação da jurisdição ambiental autocompositiva com preferência para técnicas de resolução consensual dos litígios ambientais.

Destarte, independente do teor das opiniões, imperiosa é a especialização da jurisdição ambiental a fim de que a prestação jurisdicional seja a mais adequada possível nos casos concretos. Fato é que submeter demandas ambientais na justiça generalizada contém desvantagens quanto a qualidade da decisão (que provém de julgador não especializado) e quanto a pontos periféricos (como tempo de duração, acesso, participação, etc.), entaves capazes de, até mesmo, inviabilizar a efetivação do direito insculpido no artigo 225 da Constituição Federal do Brasil (Freitas; Agostini, 2012, p. 299). Sendo assim, estudos intensos que afirmam qual caminho é mais exequível

devem ser estimulados, seja a criação de uma justiça especializada, seja a ampliação da estrutura existente. Não restam dúvidas que a jurisdição ambiental precisa vivenciar a importância que conserva, de modo que a partir de um tratamento especializado seja possível não apenas a tramitação processual adequada, mas a construção de decisões sensatas na relação que envolve o ser humano e o meio ambiente.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O acesso à justiça, medular pelo fato de assegurar outros direitos, engloba no cenário contemporâneo brasileiro uma visão ainda mais integrativa, de modo que a participação é elemento fulcral e, tendo em vista a nova demanda por justiça, passou a envolver não somente o Poder Judiciário, mas vias optativas de solução de conflito fora do âmbito estatal, em que pese a primeira via predomine. Em matéria ambiental, tomando em conta que a Constituição da República Federativa do Brasil, outorgada em 1988, concede o direito de agir em casos de ameaça ou lesão ao meio ambiente, afirma-se que o acesso à justiça ambiental é factível e necessário, sobretudo pelo crescente aumento na quantidade de litígios envolvendo o meio ambiente.

Destarte, em decorrência da extensão significativa das demandas ambientais, percebeu-se que o juízo comum ou juízo geral, em determinadas comarcas (via de regra comarcas maiores) já não cumpria com efetividade todas as exigências deste segmento de pleitos. Assim, criaram-se, nos últimos anos varas especializadas com competência para julgar ações de matéria ambiental. Portanto, nota-se um princípio de especialização da jurisdição ambiental, o qual merece reflexão.

Primeiramente: é preciso ter cristalino que os litígios ambientais levados para a esfera do Poder Judiciário são envoltos nos caminhos do processo, tal processo está entranhado no direito privado, o que causa prejuízos (sobretudo pelo processo privado ser adversativo e inercial), situação que aflora a carência de um processo diferenciado nos casos ambientais. Sendo assim, embora as varas especializadas apresentem um avanço no que tange a particularização das questões ambientais, ainda existem muitas deficiências procedimentais que devem ser revertidas, porém este é um tema que exige estudo apartado deste, em que pese seja conexo.

Isto posto, resta evidente que se critica a colocação de processos de matéria ambiental no juízo geral. Salienta-se que não se prega a incapacidade generalizada dos magistrados, mas se defende uma necessidade de especialização da jurisdição ambiental porque se tratam de demandas complexas, as quais precisam de atenção distinta, especialmente por causa da vasta quantidade de legislação ambiental que o Brasil possui (outro tema que pode ser trabalhado em apartado) e em decorrência da ampla dificuldade no exame de provas técnicas.

Premente que o meio ambiente seja prioridade. Se por uma questão cultural a preferência para a solvência de lides ocorre pela via do Judiciário em detrimento dos meios optativos para a solução de conflitos, inclusive ambientais, é importante que se especialize a jurisdição ambiental. Acerca da questão sobre a especialização em si, pode-se dizer que independentemente da forma, algo precisa ser mudado, uma vez que o comportamento humano está comprometendo a higidez do meio ambiente para as presentes e futuras gerações. A criação de uma Justiça Especializada seria o ideal, proporcionaria um tratamento magnífico para as causas ambientais, contudo a mesma deve possuir eficiência e eficácia na aplicação e não ceder a interesses econômicos vigentes. No entanto, no Brasil, tendo em vista o cenário atual de destruição ambiental (o qual precisa urgentemente ser revertido), se houvesse a maior qualificação dos juízes e a ampliação quantitativa das varas/câmaras especializadas em matéria ambiental, isto é, se fosse aprimorada a estrutura atual, por ser possivelmente menos custo e mais célere, já se instauraria um progresso radiante.

## REFERÊNCIAS

- ANTÔNIO, Adalberto Carim. Desempenho do Poder Judiciário na defesa do meio ambiente perante a Constituição Federal de 1988. *In: HERMANS, Maria Artemísia Arraes (coord.). **Direito Ambiental: o desafio brasileiro e a nova dimensão global.*** Brasília: Brasília Jurídica, 2002.
- BODNAR, Zenildo. O Acesso e a Efetividade da Justiça Ambiental. **Revista da AJURIS**, v. 39, n. 125, p. 221-264, mar. 2012. Disponível em: <https://revistadaajuris.ajuris.org.br/index.php/REVAJURIS/article/view/802>. Acesso em: 7 maio 2023.

- BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Senado Federal, 1988.
- CABRAL, Marcelo Malizia. **Os meios alternativos de resolução de conflitos**: instrumentos de ampliação do acesso à justiça. Porto Alegre: TJRS, 2013.
- CAPPELLETTI, Mauro; GARTH, Bryant; **Acesso à justiça**. Tradução: Ellen Gracie Northfleet. Porto Alegre: Fabril, 1988.
- CESAR, Alexandre. **Acesso à justiça e cidadania**. Cuiabá: EdUFMT, 2002.
- CICHOCKI NETO, José. **Limitações ao acesso à justiça**. Curitiba: Juruá, 1998.
- CRUZ, Paulo Márcio; BODNAR, Zenildo. A atuação do Poder Judiciário na implementação das políticas públicas ambientais. **Revista de Estudos Constitucionais, Hermenêutica e Teoria do Direito (RECHTD)**, v. 4, n. 1, p. 81-89, jan./jun. 2012.
- DINAMARCO, Cândido Rangel. **Instituições de Direito Processual Civil**. 6. ed. rev. atual. São Paulo: Malheiros Editores, 2009, v. 1.
- FIORILLO, Celso Antonio Pacheco; FERREIRA, Renata Marques. A Constituição Federal como gênese do Direito Ambiental brasileiro e a defesa do patrimônio genético, do meio ambiente cultural, do meio ambiente artificial, do meio ambiente do trabalho e do meio ambiente natural. *In*: LUNELLI, Carlos Alberto; MARIN, Jeferson. **Estado, meio ambiente e jurisdição**. Caxias do Sul: EDUCS, 2012.
- FREITAS, Vladimir Passos de; AGOSTINI, Andreia Mendonça. A Especialização da Jurisdição Ambiental como garantia de efetividade do Direito Fundamental ao Meio Ambiente Ecológicamente Equilibrado. **Revista da AJURIS**, v. 39, n. 128, p. 298-392, dez. 2012.
- FREITAS, Vladimir Passos de. **Crimes contra a natureza**. 5 ed. atual e ampl. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 1997.
- LEAL, Augusto Antônio Fontanive. **Jurisdição Ambiental**: Contrato social, direito fundamental ao meio ambiente e efetividade processual. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2017.
- LUNELLI, Carlos Alberto; MARIN, Jeferson Dytz. Patrimônio cultural e ações coletivas. *In*: LUNELLI, Carlos Alberto; MARIN, Jeferson Dytz (orgs.). **Ambiente, políticas públicas e jurisdição**. Caxias do Sul: EDUCS, 2012.

- LUNELLI, Carlos Alberto. Por um novo paradigma processual nas ações destinadas à proteção do bem ambiental. A contribuição do contempto of court. *In*: LUNELLI, Carlos Alberto; MARIN, Jeferson. **Estado, meio ambiente e jurisdição**. Caxias do Sul: EDUCS, 2012.
- MELEU, Marcelino da Silva. **Jurisdição comunitária**: a efetivação do acesso à justiça na policontexturalidade. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2014.
- PASSOS, José Joaquim Calmon de. **Direito, poder, justiça e processo**: julgando os que nos julgam. Rio de Janeiro: Forense, 1999.
- RAMMÊ, Rogério Santos. O Desafio do Acesso à Justiça Ambiental na Consolidação de um Estado Socioambiental. **Revista Direito Público**, v. 11, n. 58, p. 182-205, jul./ago. 2014. Seção Especial. Teorias e Estudos Científicos. Disponível em: <https://www.portaldeperiodicos.idp.edu.br/>. Acesso em: 7 maio 2019.
- SADEK, Maria Tereza. Introdução: experiências de acesso à Justiça. *In*: SADEK, Maria Tereza (org.) **Acesso à justiça**. São Paulo: Fundação Konrad Adenauer, 2001.
- SILVA, Ovídio A. Baptista da; GOMES, Fábio. **Teoria Geral do processo civil**. 2. ed. rev. e atual. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2000.
- SILVEIRA, Clóvis Eduardo Malinverni da. **Risco Ecológico Abusivo**: a tutela do patrimônio ambiental nos Processos Coletivos em face do risco socialmente intolerável. Caxias do Sul: EDUCS, 2014.



## **A TRIBUTAÇÃO EXTRAFISCAL E O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL NA ERA DIGITAL**

*Priscila Anselmini*<sup>1</sup>

### **INTRODUÇÃO**

O cotidiano da população está modificando constantemente com a introdução de novas tecnologias digitais e a presença – cada vez mais significativa – do mundo virtual. Assim, o uso e o acesso à internet tornam-se essenciais nesta nova realidade digital. Como não podia ser diferente, a economia também sofre impactos significativos com os novos contornos tecnológicos.

E o meio ambiente, como está se adaptando com a nova era econômica? Quais são os mecanismos que podem auxiliar no desenvolvimento econômico e ecológico do país? Esses questionamentos instigam a repensar se o mundo digital poderá contribuir para amenizar os efeitos degradantes no meio ambiente ou irá impulsionar – ainda mais – o desgaste ambiental.

Em vista disso, a tributação, por meio de sua função extrafiscal, pode ser um instrumento eficaz para incentivar o desenvolvimento sustentável, a fim de que os novos contornos econômicos contribuam para a proteção ambiental e, ao mesmo tempo, proporcione um crescimento econômico do país.

Dessa forma, este estudo busca analisar como o desenvolvimento sustentável pode contribuir com a economia digital, por meio da utilização da extrafiscalidade. Assim, o trabalho objetiva demonstrar que a extrafiscalidade ecológica, além de proteger o meio ambiente, também será determinante para o desenvolvimento econômico entre os países.

---

1 Residência Pós-Doutoral em andamento – Direito Tributário – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS); Doutora em Direito – Unisinos, com período de pesquisa na Facultad de Derecho da Universidad de Sevilla/Espanha; Mestre em Direito Público – Unisinos; Especialista em Direito Público – ESMAFE/RS; Advogada Tributarista. E-mail: [prisci.anselmini@yahoo.com.br](mailto:prisci.anselmini@yahoo.com.br).

Em outras palavras, a presente investigação objetiva, especificamente, explicar o conceito e os aspectos históricos da extrafiscalidade, o qual será realizado no primeiro tópico, para, no segundo momento, explorar a importância do desenvolvimento sustentável para os novos contornos da economia digital. No último tópico, objetiva-se demonstrar o papel da extrafiscalidade para o desenvolvimento ecológico através da análise das atuais políticas brasileiras, bem como o exame de propostas que objetivem um futuro ecologicamente sadio e em consonância com o desenvolvimento econômico e digital.

Para tanto, empregou-se na pesquisa, como recurso técnico, as fontes bibliográficas nacionais e estrangeiras, abrangendo fundamentalmente fontes jurídicas, tais como: livros jurídicos, relatórios oficiais e fontes jurisprudenciais. Ainda, utilizaram-se grandes obras de Direito, referenciadas ao final do trabalho.

De fato, com as constantes mudanças advindas da economia digital, imperioso analisar se a tributação, principalmente na sua função extrafiscal, poderá contribuir para um desenvolvimento econômico sustentável e se colaborará com a concretização dos direitos fundamentais do cidadão, posto que um ambiente sadio é fundamental para a vida dos cidadãos.

Portanto, este estudo se justifica diante da sua importância ao estudo da estrutura tributária brasileira, bem como à aplicação jurisdicional do Direito frente a efetivação dos direitos fundamentais. Isso porque o Estado, mediante a extrafiscalidade poderá incentivar ou desincentivar comportamentos e, com isso, auxiliar na concretização do “bem comum”, isto é, a realização dos direitos constitucionais e fundamentais do cidadão.

Apesar do direcionamento principal desta investigação, voltado à análise da extrafiscalidade como instrumento para o desenvolvimento sustentável na economia digital, destaca-se que se insere em um âmbito de análise que ultrapassa a matéria tributária. Isso se deve ao fato de a evolução do Direito Tributário não ser decorrente de fatores exclusivamente internos e isolados, mas que se insere no contexto histórico-social amplo, sendo influenciado pelo desenvolvimento do Direito como um todo e em relação com o meio externo no qual se insere, reconhecendo-se seu caráter transdisciplinar.

Enfim, é necessário entender o fenômeno da extrafiscalidade para poder transformá-la efetivamente em um importante mecanismo para o desenvolvimento da inovação e sustentabilidade. Assim, antes de adentrar no papel da extrafiscalidade ao desenvolvimento



do meio ambiente sadio e para a inovação, estuda-se os seus aspectos conceituais e históricos para, posteriormente, explorar criticamente as novas propostas no âmbito extrafiscal.

### **COMPREENDENDO A EXTRAFISCALIDADE: ASPECTOS CONCEITUAIS E HISTÓRICOS**

A extrafiscalidade, baseada no pressuposto econômico, foi negada até o século XIX pelo liberalismo clássico, argumentando que o mercado teria a capacidade de se autorregular e conduzir um crescimento econômico equilibrado e eficiente. Isto é, segundo Laks (2016, p. 230-259), o Estado deveria ser o mais neutro possível, tanto do ponto de vista fiscal ou monetário.

Todavia, o economista inglês John M. Keynes, também citado por Mazzucato em sua obra, sustentava que seria fundamental a atuação do Estado na economia, por conta da incerteza e volatilidade do investimento privado. Assim, o Estado poderia impedir crises e sustentar uma demanda efetiva por meio de sua política de imposto e gastos.

Essa concepção inovadora para a época influenciou as políticas de combate à recessão implementadas a partir de 1933 pelo presidente americano Franklin Roosevelt e, nas décadas seguintes, as políticas econômicas de todas as grandes nações capitalistas, incluindo aquelas que implementaram o chamado Estado de Bem-Estar Social, conforme explica Baleeiro (2006, p. 812).

Tais políticas reconheceram que os tributos não podem ter apenas uma única função de financiar o Estado e cobrir gastos, sendo também necessário que realizem os objetivos do ordenamento constitucional (Gonzalez, 1983, p. 509). Para tanto, explica Galapero Flores (2020, p. 188), que a função extrafiscal se torna um instrumento complementar ao serviço de políticas públicas econômicas e sociais em diversas áreas, como meio ambiente, saúde, urbanística, inovação e desenvolvimento.

Essa concepção moderna do Direito Tributário sustenta, dessa forma, que o tributo não serve apenas e exclusivamente para obtenção de recursos, mas também como um objeto de desenvolvimento econômico e de redistribuição de renda e patrimônios (TIPKE, 1977, p. 360). Assim, conforme salienta Casado Ollero (1991, p. 113), o tributo pode, juntamente com a função de arrecadação, conseguir realizar os objetivos do ordenamento constitucional.

Em outras palavras, para além da função arrecadatória, a extrafiscalidade corresponde a um meio complementar eficiente para as empresas investirem em P&D, inovação e conhecimento. O Estado pode fazer uso da tributação extrafiscal, em que “[...] o legislador, em nome do interesse coletivo, aumenta ou diminui as alíquotas e/ou base de cálculo dos tributos, com o objetivo principal de induzir os contribuintes a fazer ou a deixar de fazer alguma coisa.” (Carraza, 2008, p. 109). Destarte, esse tipo de tributação influencia o cidadão na tomada de decisões e também direciona comportamentos socioeconômicos.

De forma semelhante, Casalta Nabais (2009, p. 633) sustenta que a extrafiscalidade são medidas adotadas pelo legislador fiscal no exercício do poder de tributar, definindo o que pretende tributar e o que não pretende tributar em função da política dos impostos adotada. Desse modo, Marciano Buffon (2009, p. 221-222) define que tal fenômeno extrafiscal pode se manifestar com a majoração da carga tributária, com o objetivo de desestimular comportamentos contrários à eficácia dos Direitos Fundamentais, como também mediante a desoneração fiscal, por meio dos benefícios fiscais, estes voltados a concretização daqueles.

Nas palavras de Paulo de Barros Carvalho (2017), a extrafiscalidade pode ser verificada em certas situações em que, com base nos objetivos sociais, políticos e econômicos, o legislador dispensa tratamento mais confortável ou menos gravoso. Logo, os objetivos da extrafiscalidade são alheios a mera arrecadação, no entanto, não significa que não resulte em arrecadação ao Estado. Lapatza (2007, p. 25) explica:

Entendido assim, o “sustento da despesa pública” permite que o legislador estabeleça tributos com fins distintos da simples arrecadação, isto é, com fins neste exato sentido, “extrafiscais”, sempre que, como já dissemos, se respeitem as exigências mínimas do princípio de capacidade; que os fins desejados pelo legislador sejam também desejados e protegidos pela constituição; que sua consecução esteja encomendada por ela ao Estado e aos demais entes públicos; e que consecução influa ou se reflita, direta ou indiretamente, no nível de despesa pública ou em sua distribuição.

Nesta linha, o doutrinador português, Casalta Nabais (2009, p. 633) conceitua a extrafiscalidade como um mecanismo típico de intervenção estatal:

Conjunto de normas que tem por finalidade principal ou dominante a consecução de determinados resultados econômicos ou sociais através da utilização do instrumento fiscal e não a obtenção de receitas para fazer face às despesas públicas.

Destarte, nota-se que a distinção entre fiscalidade e extrafiscalidade está justamente na intensidade de intervenção e na preponderância da finalidade, conforme explica Marciano Buffon (2011, p. 234). Quando o objetivo principal é arrecadatário trata-se de fiscalidade; quando o objetivo basilar é estimular/induzir ou desestimular comportamentos, está-se diante da extrafiscalidade. De modo semelhante, Luis Alonso González (1995, p. 23) explica que um tributo é extrafiscal quando predomina o efeito extrafiscal sobre o fiscal, desde que sempre respeite os limites constitucionais.

Além disso, segundo Juan Alabern (2009, p. 29-30), para definir um tributo extrafiscal, importante considerar três pontos principais: o primeiro refere-se à sua finalidade, na qual o tributo deve estar claramente definida; o segundo ponto relaciona-se com a estrutura interna do tributo, que deve informar os seus elementos essenciais com tal intensidade extrafiscal, principalmente em relação aos aspectos quantitativos, como a carga tributária, cobrando-se conforme a obtenção ou não dos fins extrafiscais; e o último ponto para definir um tributo extrafiscal, trata-se de fomentar ou não condutas ou operações, diante da finalidade objetivada.

Ainda, importante ressaltar que a extrafiscalidade pode ocorrer por meio de impostos, taxas ou contribuições especiais. Quanto aos impostos, sabe-se que ocorre sobre as manifestações de renda e riqueza geral e não gera uma atividade administrativa para um particular. Desse modo, na sua função extrafiscal, o imposto requer um objetivo econômico-social, aumentando sua intensidade para os que não cumprem tal finalidade. Assim, quanto menor a sua arrecadação, maior será o êxito econômico ou social atingido (Alabern, 2009, p. 31-32).

Em relação às taxas, esse tributo provoca uma atuação administrativa em favor de um particular específico, tanto quando há a realização de um serviço público ou quando ocorre a utilização do domínio público. Quanto a este último, a função extrafiscal pode ser percebida quando se aumenta ou diminui a taxa em relação ao uso de um certo bem público, por exemplo, que contenha um objetivo ambiental, social ou econômico. No que tange ao serviço público, este geralmente contempla a função extrafiscal, visto que estar-se-á

diante de atividades públicas como educação, saúde, ambiental, que já possuem em seu cerne interesse público (Alabern, 2009, p. 34-36).

E, quanto às contribuições especiais, a extrafiscalidade pode ser verificada quando cobrada para a realização de obras públicas ou serviços públicos gerais, que estejam vinculados a uma finalidade constitucional. A diferença das taxas, é que essa atividade administrativa é mais estável e duradoura (Alabern, 2009, p. 39).

Por certo, verifica-se que a extrafiscalidade, mediante contribuições especiais, taxas e impostos, manifesta-se por meio da majoração da carga tributária, com vistas a desestimular comportamentos que sejam contrários à maximização da eficácia social dos direitos fundamentais e dos princípios constitucionais. Todavia, a extrafiscalidade também pode ser estabelecida mediante a desoneração fiscal, desde que tenha os mesmos objetivos visados pela exacerbação da exigência fiscal comentada. Neste diapasão, Rosa Maria Galapero Flores (2020, p. 188) explica que a extrafiscalidade pode ser obtida por meio de técnicas de atuação (como incentivos, créditos de impostos, exceções, bonificações e benefícios fiscais), e, contrariamente, como instrumento de limitação e desincentivo (normas impositivas e sancionatórias, efeitos agravatórios de prestações tributárias, reduções e encargos).

Por fim, Casado Ollero (1982, p. 192) afirma que o tributo extrafiscal não necessita ser estruturado conforme a capacidade econômica, mas deve respeitar os limites da referida capacidade como fonte do tributo. Isto significa que não poderá incidir sobre o mínimo vital e nem configurar uma imposição com efeitos confiscatórios, bem como adotar critérios opostos à capacidade econômica e aos princípios constitucionais.

Dessa forma, Marciano Buffon (2009, p. 225-228) afirma que é possível sustentar que a capacidade contributiva seja desconsiderada, desde que os objetivos visados sejam constitucionalmente legitimados, isto é, seja possível reduzir as desigualdades fáticas e garantir o princípio da dignidade da pessoa humana. Por isso, a extrafiscalidade deve objetivar o bem comum, materializando os direitos econômicos, sociais e culturais, juntamente com os princípios constitucionais, atendendo a um sistema tributário em que se predomine o “interesse humano”.

O tributo fiscal, segundo Gonzalez (1994, p. 42), ao se converter em um instrumento redistribuidor de renda, riqueza e patrimônio, objetivando atingir os fins constitucionais, resulta em um meio apto para concretizar a igualdade entre os cidadãos. Desse modo,

María Ruiz (2019, p. 46) sustenta que o Estado, ao utilizar a função extrafiscal, deve fundar-se na Constituição, a fim de que a extrafiscalidade seja legítima e esteja em consonância com o resto do ordenamento jurídico. De forma semelhante, Tavares (2016, p. 43-44) explica que o Estado deve cumprir os objetivos constitucionais e adotar todas as medidas adequadas para este fim, nas quais o ordenamento jurídico põe em sua disposição. Portanto, é evidente que poder-se-á utilizar os instrumentos fiscais e extrafiscais para efetivar o bem comum. Nas palavras de Marciano Buffon (2012), “o sistema tributário deve ser moldado, levando-se em consideração o interesse humano, para que a tributação passe a existir em função do ser humano, e não vice-versa.”

Dessa forma, a proteção ao meio ambiente, a redução das desigualdades e pobreza, bem como o desenvolvimento econômico do país, podem ser perseguidos via tributação extrafiscal. Na economia digital, o Estado necessita dar especial atenção à inovação e ao meio ambiente, pois o crescimento econômico dependerá da concretização do bem-estar da população e isto inclui um meio ambiente sadio e estável. Por isso, as políticas extrafiscais de inovação e ecológicas devem ser elaboradas juntas, caminhando para um futuro sustentável e equânime às próximas gerações.

## **A INOVAÇÃO E O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL NO CONTEXTO DA ECONOMIA DIGITAL**

Diante da degradação ambiental contemporânea, percebe-se que o futuro da economia está interligado com a utilização sustentável ambiental. Isto porque as constantes mudanças climáticas, a escassez de recursos naturais, as epidemias, poluição e os desastres ecológicos, são cada vez mais frequentes e afetam diretamente a economia e o bem-estar da população.

De fato, não basta somente inovar na economia. É necessário repensar o bem comum e concretizar as políticas sob este viés. Uma economia interligada com a proteção do meio ambiente se torna mais competitiva, justamente por reduzir custos ao longo prazo e proporcionar qualidade de vida aos seus cidadãos. É hora de aceitar – antes tarde do que nunca – que o ser humano está interligado com a natureza e depende dela para obter uma vida digna e com qualidade. Um meio ambiente desequilibrado reflete na economia, política e em toda a sociedade.

Neste viés, a pandemia da covid-19 ressaltou o quão os seres humanos estão interligados com a natureza e dependem dela. Segundo a European Environment Agency (AEMA, 2020), devemos reconhecer este fato para nos proteger de futuras pandemias. No mesmo teor, Álvaro Bravo (2020, p. 83) sustenta que a proteção da natureza e a mudança dos modelos produtivos poderão conduzir para um planeta mais saudável e resiliente, no qual protegerá os cidadãos de futuras mazelas, como a vivenciada pela pandemia provocada pelo Corona Vírus.

Por certo, o planeta necessita de soluções para mitigar os efeitos da pandemia, bem como evitar que ocorram novas crises sanitárias. Para isso, a economia precisa fazer a transição para um plano verde, preservando os espaços naturais, sem a intrusão e interação de humanos em ambientes selvagens, como o consumo da carne de animais desse habitat. Assim, nas palavras de Álvaro Bravo (2020, p. 83), *“la protección, conservación y restauración de los ecosistemas naturales y la consecución de un sistema alimentario sostenible garantizará nuestro bienestar futuro.”*

A pandemia revelou que os Estados que adotaram medidas sanitárias rápidas foram menos atingidos pela mortalidade e infecção provocada pelo vírus. De forma semelhante, os Estados que buscarem construir uma sociedade mais justa e resiliente, baseada numa economia sustentável e com políticas públicas sustentáveis e ecológicas ao longo prazo, terão mais êxito no crescimento econômico e na qualidade de vida de sua população, conforme sustenta Álvaro Bravo (2020, p. 83). Nas palavras de Juarez Freitas (2011, p. 43), o desenvolvimento econômico pode-deve ser plenamente sustentável, não significando bloqueio econômico. Ao contrário, pode-se buscar novos e diferenciados mercados com esta finalidade ecológica. Logo, as novas tecnologias e o conhecimento devem ser pensados de modo auxiliar na transição entre a economia baseada no consumo para a economia sustentável.

Igualmente, Alonso Gonzalez (1995, p. 232-233) explica que o crescimento econômico e a proteção do meio ambiente não precisam ser conceitos antagônicos. Ao contrário, são objetivos que devem complementar-se para buscar a qualidade de vida dos cidadãos. Portanto, para a economia do conhecimento avançar e concretizar o equilíbrio social e econômico, necessário repensar sobre a importância das políticas ecológicas. É neste sentido o disposto no art. 45 da Constituição Espanhola:

1. Todos têm o direito de gozar de um meio ambiente adequado ao desenvolvimento da pessoa, bem como o dever de o preservar. 2. O poder público assegurará o uso racional de todos os recursos naturais para proteger e melhorar a qualidade de vida e restaurar o meio ambiente, contando com a indispensável solidariedade coletiva. 3. Para quem infringir o disposto no número anterior, nos termos estabelecidos por lei, serão estabelecidas sanções penais ou, se for o caso, administrativas, bem como a obrigação de reparação dos danos causados (Tradução livre).<sup>2</sup>

Como se percebe, as políticas estatais extrafiscais necessitam também ser ecológicas, objetivando a solidariedade coletiva e o bem comum, para que as mazelas da população (como a desigualdade de renda e a estagnação da economia do conhecimento) sejam enfim superadas. Por isso, conforme o estudo da CEPAL, publicado em outubro de 2021, os Estados deverão ter capacidade potencial, inovadora e adaptativa para superar as mudanças introduzidas pela pandemia e conduzir para um futuro mais sustentável e igualitário em seus territórios.

O relatório revelou que a pandemia da covid-19 surpreendeu os Estados com poucos instrumentos para enfrentar a complexidade da crise e vinculá-la com as defasagens estruturais. Nesse contexto, tornou-se visível o papel insubstituível do Estado para representar o interesse público em todas as escalas do território.

Além disso, a CEPAL apresenta os oito setores estratégicos que podem impulsionar o investimento, o crescimento e a redução das desigualdades socioeconômicas e de gênero no cenário (pós) pandemia: a transição para as energias renováveis; a eletromobidade sustentável nas cidades; a revolução digital inclusiva; a indústria manufatureira da saúde; a bioeconomia; a economia circular; o turismo sustentável e a economia do cuidado. Ademais, ressalta-se que a indústria sustentável, por meio da inovação ecológica, será

2 *1. Todos tienen derecho a disfrutar de un medio ambiente adecuado para el desarrollo de la persona, así como el deber de conservarlo. 2. Los poderes públicos velarán por la utilización racional de todos los recursos naturales con el fin de proteger y mejorar la calidad de la vida y restaurar el medio ambiente, apoyándose en la indispensable solidaridad colectiva. 3. Para quienes violen lo dispuesto en el apartado anterior, en los términos que la ley fije se establecerán sanciones penales o, en su caso, administrativas, así como la obligación de reparar el daño causado.* Texto original. Vide in: ALONSO GONZÁLEZ, Luis Manoel. Los impuestos especiales como tributos medioambientales. In: PARDO, José Esteve. **Derecho del Medio Ambiente y Administración Local**. Madrid: Fundación Democracia y Gobierno Local, 1995. p. 229-246. Disponível em: [https://parlamento-cantabria.es/sites/default/files/dossieres-legislativos/Alonso%20Gonzalez\\_0.pdf](https://parlamento-cantabria.es/sites/default/files/dossieres-legislativos/Alonso%20Gonzalez_0.pdf). Acesso em: 3 fev. 2022.

primordial para a competitividade dos Estado na sociedade futura. (BRAVO, 2020, p. 88).

Neste diapasão, Mazzucato (2019, p. 238) alerta que aos países, que não investem nas novas tecnologias para o desenvolvimento sustentável no futuro, deverão importá-las de outros lugares, prejudicando o seu crescimento econômico. Por isso, as empresas privadas de tecnologia limpa são propensas a solicitar subsídios para inovação e desenvolvimento ao Estado, em seus respectivos setores, a fim de poder competir no mercado econômico.

Prova disso, pode-se citar a China que, segundo o estudo de Mazzucato (2019, p. 217-218), ao perceber que a vantagem competitiva do futuro será a gestão efetiva dos recursos naturais, a redução do desperdício e da poluição, realizaram diversos investimentos para o desenvolvimento verde, como a calefação solar para a água quente e a energia eólica. Atualmente, o país chinês é um dos principais produtores e comerciantes de painéis solares, sendo um resultado do investimento e visão de longo prazo do governo, no qual proporcionou um elevado crescimento econômico ao país.

De forma semelhante, a Comissão da União Europeia (COM, 2020) descreve estratégias neste setor verde, visando a transição digital e ecológica, com trabalhadores com novas capacidades e com indústrias menos poluentes. Tal cenário permitirá que a Europa, nos termos defendidos por Álvaro Bravo (2020, p. 88), possua um mercado único para fixar as normas mundiais, evidenciando o seu caráter competidor na economia mundial.

Diante desta breve exposição, percebe-se a importância do Estado em investir em políticas de inovação ambiental para garantir sua competitividade na economia digital, bem como para concretizar o bem-estar da sua população. E a função extrafiscal, neste sentido, pode ser um instrumento estatal eficaz para concretizar tais finalidades, conforme será detalhado no próximo tópico.

## **A EXTRAFISCALIDADE ECOLÓGICA E O SEU PAPEL NA ECONOMIA DIGITAL**

Devido ao fato da extrafiscalidade motivar/fomentar ou desestimular comportamentos, no âmbito ambiental pode ser utilizada para agravar atitudes que causam prejuízo à sociedade ou para desincentivar o uso abusivo da natureza ou do meio ambiente, conforme enfatiza Rosa Galapero Flores (2020, p. 191).



Nota-se que a função extrafiscal aqui está preocupada em garantir o princípio da dignidade da pessoa humana, bem como a igualdade. Isto porque, continua a doutrinadora (Galapero Flores, 2020, p. 192), a vida social está unida com o meio natural e, qualquer ação ecológica, reflete em benefício para toda a massa populacional, como também para a economia, por meio da utilização desses recursos sustentáveis.

Não há dúvidas que o ente público também pode realizar investimentos em diversos campos ecológicos, por meio do gasto público. Porém, o uso da extrafiscalidade se adequa melhor aos ditames da equidade, uma vez que, aquele que contamina e polui o meio ambiente, deverá arcar com este prejuízo, bem como pode estimular ou desincentivar tais comportamentos poluidores, sem que toda a população pague economicamente por tais investimentos ecológicos (Galapero Flores, 2020, p. 142).

A política extrafiscal, nos termos descritos por Casalta Nabais (2009, p. 652) visando concretizar o direito coletivo ao meio ambiente saudável, pode ser efetivada em duas modalidades: a) a contenção ou cerceamento das atuações antiambientais por meio do aumento da carga tributária concretizada em impostos ecológicos ou até em agravamentos ecológicos de impostos; b) estímulo ou incentivo das atuações filo ambientais por intermédio de eco benefícios fiscais.

Em vista disso, pode-se citar exemplos de tributos com fins ecológicos, como aqueles sobre as emissões atmosféricas e resíduos nucleares. Mediante estes tributos com finalidade extrafiscal, o Estado objetiva que o poluidor pague por realizar uma atividade prejudicial ao meio ambiente, sob o manto do princípio “poluidor, pagador”<sup>3</sup>.

Neste contexto, importante mencionar o “Pacto Verde Europeo”, elaborado pela Comissão da União Europeia, no qual objetiva o uso eficiente dos recursos naturais, por meio de uma economia circular limpa<sup>4</sup>, restaurando a biodiversidade e reduzindo a polui-

3 Este princípio está ligado com a ideia de responsabilização pelos danos causados ao meio ambiente, servindo também de desestímulo à prática do ilícito ambiental. Assim, além do caráter repressivo, ele busca evitar a ocorrência de danos ambientais, devendo os potenciais poluidores arcar com a responsabilidade pelo pagamento das despesas relacionadas com a precaução e prevenção dos riscos ambientais. (Vide in: BUFFON, Marciano. **Tributação e dignidade humana: entre direitos e deveres fundamentais**. p. 246.)

4 Em relação à economia circular, importante frisar sobre o Plano de Ação, firmado pela Comissão da União Europeia, em Bruxelas (2020), em que estabelece medidas de longo prazo para a visa de todos os produtos. O objetivo do plano é proteger o meio ambiente e que a economia se adapte ao futuro verde, outorgando novos direitos aos consumidores. (Vide in: BRAVO, Álvaro Sánchez.

ção. Para tanto, o plano (COM, 2019) apresenta apoio financeiro e assistência técnica para empresas, pessoas e Estados para a transição para uma economia verde, o que reflete o caráter extrafiscal de tais políticas adotadas.

No Brasil, alguns avanços para essa transição já estão sendo realizados, principalmente no âmbito legislativo. A Constituição Federal prevê a utilização de instrumentos fiscais como indutores de atividades econômicas sustentáveis, por meio de estímulos ou destímulos fiscais, nos termos do art. 170, inciso VI. Além disso, o Brasil aprovou o Protocolo de Kyoto, pelo Decreto Legislativo nº 144, em 20 de junho de 2002, destacando sua aderência na diminuição do efeito estufa, bem como formalizou a redução dos gases do efeito estufa, por meio da Lei n.º 12.187/2009 (alterada pela Lei n.º 12.727, de 17 de outubro de 2021), nos termos esclarecidos por Cavalcante (2013, p. 88).

Outras leis ambientais vigentes no Brasil merecem destaques, como Lei 9.605/1998 – Lei dos Crimes Ambientais<sup>5</sup>; Lei 12.305/2010 – Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e altera a Lei 9.605/1998<sup>6</sup>; Lei 11.445/2007 – Estabelece a Política Nacional de Saneamento Básico<sup>7</sup>; Lei 9.985/2000 – Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza<sup>8</sup>; Lei 6.766/1979 – Lei do Parcelamento do Solo Urbano<sup>9</sup>; Lei 6.938/1981 – Institui a Política e

---

Estrategia ambiental europea de recuperación pos-COVID: plan verde. *In*: RUBIO, David Sánchez; BRAVO, Álvaro Sánchez. **Temas de teoría y filosofía del derecho em contextos de pandemia**. Madrid: Dickinson, 2020, p. 89).

- 5 Reordena a legislação ambiental quanto às infrações e punições. Concede à sociedade, aos órgãos ambientais e ao Ministério Público mecanismo para punir os infratores do meio ambiente. Destaca-se, por exemplo, a possibilidade de penalização das pessoas jurídicas no caso de ocorrência de crimes ambientais.
- 6 Estabelece diretrizes à gestão integrada e ao gerenciamento ambiental adequado dos resíduos sólidos. Propõe regras para o cumprimento de seus objetivos em amplitude nacional e interpreta a responsabilidade como compartilhada entre governo, empresas e sociedade.
- 7 Versa sobre todos os setores do saneamento (drenagem urbana, abastecimento de água, esgotamento sanitário e resíduos sólidos).
- 8 Entre seus objetivos estão a conservação de variedades de espécies biológicas e dos recursos genéticos, a preservação e restauração da diversidade de ecossistemas naturais e a promoção do desenvolvimento sustentável a partir dos recursos naturais.
- 9 Estabelece regras para loteamentos urbanos, proibidos em áreas de preservação ecológicas, naquelas onde a poluição representa perigo à saúde e em terrenos alagadiços.

o Sistema Nacional do Meio Ambiente<sup>10</sup>; Lei nº 11.284/2006 – Lei da Mata Atlântica<sup>11</sup>; e, Lei 12.651/2012 – Código Florestal Brasileiro<sup>12</sup>.

Entretanto, Jacson Cervi (2021, p. 328-332) alerta que, apesar da vasta legislação ambiental brasileira, bem como internacional, o grande problema reside na sua efetividade. O autor explica que, no Brasil, há três principais causas para a reduzida efetividades das normas ecológica. A primeira delas refere-se à descontinuidade das ações ambientais pelos governos federais, estaduais e municipais. A segunda está relacionada à desatualização dos dados empíricos, que dificultam que ações e projetos sejam modernizados e evoluam conforme as necessidades ambientais. E, por último, cita as diversas decisões de cunho político, que são fundamentadas em antigos conceitos e práticas, à margem da participação massiva da sociedade.

Por isso, são necessárias políticas governamentais sustentáveis para que o país possa ampliar sua proteção ambiental. Dessa forma, a política extrafiscal intervencionista, regulatória e promocional também deve fazer parte da política econômica do Brasil. É necessário pensar a extrafiscalidade, conforme afirma Cavalcante (2013, p. 95), juntamente com as demais políticas estatais, como as políticas monetárias, de comércio exterior, inovação e desenvolvimento, a fim de que sejam conexas e efetivem, de fato, o bem comum.

Neste sentido, Jacson Cervi (2021, p. 338) defende uma participação mais efetiva da sociedade na formação das políticas ambientais, pois, ao viabilizar a participação de todos, os cidadãos se tornam mais responsáveis uns pelos outros e possibilita a efetividade e legitimidade de novas políticas públicas. Para tanto, é necessário a ampliação de estudos científicos para subsidiar as políticas públicas ambientais, aproximando os institutos e universidades via fomento à pesquisa. Para o autor, o Brasil carece de políticas de difusão da informação ambiental e dos direitos e deveres dos cidadãos. Acrescenta que alguns desafios necessitam ser superados, principalmente,

10 Estipula e define, por exemplo, que o poluidor é obrigado a indenizar danos ambientais que causar, independente da culpa, e que o Ministério Público pode propor ações de responsabilidade civil por danos ao meio ambiente, como a obrigação de recuperar e/ou indenizar prejuízos causados.

11 Regula a proteção e uso dos recursos dessa floresta, tendo como objetivo assegurar direitos e deveres dos cidadãos e de órgãos públicos no que se refere à exploração consciente desse bioma. A lei visa a salvaguarda da biodiversidade, da saúde humana, dos valores paisagísticos, do regime hídrico e da estabilidade social.

12 Revoga o Código Florestal Brasileiro de 1965 e define que a proteção do meio ambiente natural é obrigação do proprietário mediante a manutenção de espaços protegidos de propriedade privada, divididos entre Área de Preservação Permanente (APP) e Reserva Legal (RL).

[...] a maior interação das políticas ambientais com outras políticas sociais e de desenvolvimento econômico, o estabelecimento de uma periodicidade para atualização/divulgação dos indicadores ambientais e o comparatilhamento desses indicadores com estados e municípios (Cervi, 2021, p. 343).

Além disso, a OCDE definiu algumas matérias que exigem políticas dos Estados para a promoção do desenvolvimento econômico sustentável, como a produção e consumo sustentável, atenção às mudanças climáticas, energia limpa e conservação do ecossistema. A Agenda 2030 ressaltou que, para alcançar tais objetivos, necessário um entorno fiscal internacional justo, eficiente, eficaz e transparente. Os Estados devem revisar suas normas para contribuir com a sustentabilidade global, segundo Maria Ruiz (2019, p. 250-251).

Desse modo, a Agenda 2030 alerta sobre a urgência em fazer alianças, pois os governos – sozinhos – não conseguirão financiar e gerir o desenvolvimento sustentável, ainda que por medidas tributárias extrafiscais. Os organismos privados também necessitam participar e colaborar para o bem comum mundial (RUIZ, 2019, p. 251).

Tradicionalmente, os organismos privados, ao investir, calculam os gastos e riscos com o retorno financeiro esperado. Devido ao fato que retornos dos investimentos ambientais são de longo prazo, é preciso reformular esta equação (risco – retorno) com intervenção pública que incentivem a sustentabilidade. Dessa forma, apesar de serem investimentos à longo prazo, com a ajuda pública ocorre o incentivo para às empresas investirem de forma ecológica. Novamente, explica Ruiz (2019, p. 251-252), o papel ativo e inovador do Estado é primordial, conforme sustentado no capítulo anterior.

María Ruiz (2019, p. 255), defende também que os incentivos tributários e tributos extrafiscais, atendendo os princípios da justiça tributária e os fins da política social e econômica, deveriam ser transnacionais. Os objetivos internacionais, quando se trata de meio ambiente, são comuns a todos e, por isso, necessitam de uma cooperação entre os organismos em âmbito global.

De forma semelhante, Piketty (2019) defende novas normas de justiça ambiental e fiscal sustentáveis que sejam aceitáveis para a maioria. O economista explica que as mudanças climáticas e a desigualdade de renda são os principais problemas do globo e necessitam atenção de todos os organismos internacionais. Por isso, sustenta a necessidade de um imposto progressivo sobre as emissões

de carbono individuais<sup>13</sup>. Por exemplo, as cinco primeiras toneladas de carbono com alíquota zero, acima de dez com uma alíquota mais alta e assim sucessivamente, a fim de que o desenvolvimento sustentável também seja equânime e justo para todos.

Destaca-se que o caráter extrafiscal do imposto sobre as emissões de carbono, poderia incentivar as empresas a utilizar tecnologias redutoras de sua emissão, beneficiando o meio ambiente. Ademais, Stiglitz (2019, p. 256-257) sustenta que as rendas com a tributação poderiam ser usadas para alguma necessidade pública e o aumento da demanda conduziria mais empregos e crescimento.

Desse modo, é perceptível que o desenvolvimento sustentável tem um papel essencial para a difusão da economia do conhecimento e para a redução das iniquidades entre a população, uma vez que uma sociedade equilibrada ecologicamente também permite o desenvolvimento da economia e do bem-estar. Além do investimento sustentável, o Estado necessita preocupar-se com a inovação e a difusão de conhecimento entre a população, a fim de que a economia do conhecimento possa ampliar-se entre os cidadãos e proporcionar mais qualidade de vida e concretização de direitos.

De fato, o financiamento tributário em infraestrutura e na pesquisa auxiliaria às empresas e os cidadãos no âmbito laboral e econômico. Stiglitz (2019, p. 256-257) utiliza como exemplo o Banco Europeu de Investimentos, que financiou mais de noventa e quatro milhões de dólares ao ano em projeto na Europa, fomentando o crescimento e a qualidade de vida da população, como trens rápidos, rede elétrica segura e uma boa internet.

Por isso, além da função fiscal, a extrafiscalidade pode ser um instrumento complementar importante para incentivar a inovação, desenvolvimento e conhecimento em um Estado-Nação, como será abordado a seguir. Assim, o investimento em inovação, na sociedade do conhecimento, deve ser perseguido juntamente com os fins ecológicos, buscando sempre o bem coletivo.

Por tudo isso, estas propostas refletem no papel ativo e conjunto do estado perante o setor privado e a sociedade, podendo ajudar a reequilibrar as finanças públicas e aumentar os investi-

13 Piketty explica que o imposto sobre as emissões de carbono na França, por não ser progressivo, resultou numa maior carga tributária suportada pelos cidadãos de menor poder aquisitivo. Assim, além de ser progressivo, a arrecadação do imposto deveria ser utilizada para compensar as rendas médias e baixas, bem como financiar a transição por energia limpa. (Vide in: PIKETTY, Thomas. *Capital e ideologia*. Trad. Daniel Fuentes. Barcelona: Ediciones Deusto, 2019. p. 1191).

mentos estratégicos e receitas futuras. Assim, o Brasil deve voltar a ser capaz de definir a direção e ambição da própria trajetória de desenvolvimento e, com isso, tornar a economia inclusiva e sustentável.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Diante do exposto, observa-se que a extrafiscalidade pode ser um instrumento útil para fomentar o desenvolvimento sustentável, seja por meio de incentivos fiscais ou desoneração. O Estado pode utilizar-se deste mecanismo para influenciar no comportamento da sociedade em relação às demandas de proteção ambiental.

Aliado a isto, as atuais e futuras políticas extrafiscais de inovação devem considerar o desenvolvimento sustentável, visando a transição para uma economia digital ecológica. Assim, deve-se repensar os avanços tecnológicos de maneira a auxiliar o meio ambiente, que possui um papel fundamental para a vida humana e de todo o planeta.

Observou-se que a pandemia, apesar dos diversos efeitos negativos já abordados no decorrer deste trabalho, também pode ser considerada uma forma do planeta repensar suas atitudes e ações perante o coletivo e a natureza. Por isso, a utilização de mecanismo auxiliares, como a extrafiscalidade, precisam ser mais abrangentes e efetivos, a fim de que a renovação da matriz tributária seja um passo para futuro, sem que isso prejudique a migração para um sistema tributário eficiente, justo e em sintonia com os novos rumos da economia. E que essa seja sustentável, promovendo o bem-estar social para todos.

Para tanto, conclui-se que as políticas extrafiscais vigentes no Brasil necessitam ser ainda mais efetivas e fomentadas entre os organismos da sociedade, a fim de adequar-se às novas tecnologias. O comparativo com outros países demonstra que muito ainda precisa ser feito para a preocupação ambiental se tornar eficaz ao desenvolvimento econômico do país. A inovação ambiental será determinante na competição econômica e no bem-estar de seus cidadãos. Portanto, a cooperação entre todos da sociedade é primordial para avançar rumo ao desenvolvimento sustentável na era digital, sendo a extrafiscalidade um instrumento que poderá colaborar para a consecução desta finalidade.

## REFERÊNCIAS

- AGENCIA EUROPEA DE MEDIO AMBIENTE (AEMA), **Healthy environment, healthy lives: how the environment influences health and well-being in Europe**, Luxemburgo: Unión Europea, 2020.
- ALABERN, Juan Enrique Varona. **Extrafiscalidad y dogmática tributaria**. Madrid: Marcial Pons, 2009.
- ALONSO GONZÁLEZ, Luis Manoel. Los impuestos especiales como tributos medioambientales. *In*: PARDO, José Esteve. **Derecho del Medio Ambiente y Administración Local**. Madrid: Fundación Democracia y Gobierno Local, 1995. p. 229-246. Disponível em: [https://parlamento-cantabria.es/sites/default/files/dossieres-legislativos/Alonso%20Gonzalez\\_0.pdf](https://parlamento-cantabria.es/sites/default/files/dossieres-legislativos/Alonso%20Gonzalez_0.pdf). Acesso em: 3 fev. 2022.
- BALEEIRO, Aliomar. **Limitações constitucionais ao poder de tributar**. Rio de Janeiro: Forense, 2006.
- BRAVO, Álvaro Sánchez. Estrategia ambiental europea de recuperación pos-COVID: plan verde. *In*: RUBIO, David Sánchez; BRAVO, Álvaro Sánchez. **Temas de teoría y filosofía del derecho em contextos de pandemia**. Madrid: Dickinson, 2020.
- BUFFON, Marciano. Tributação ambiental: a prevalência do interesse ecológico mediante a extrafiscalidade. *In*: STRECK, Lenio Luiz; ROCHA, Leonel Severo; ENGELMANN, Wilson (org.). **Constituição, sistemas sociais e hermenêutica: anuário do Programa de Pós-Graduação em Direito da Unisinos**. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2011.
- BUFFON, Marciano. **Tributação e dignidade humana: entre direitos e deveres fundamentais**. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2009.
- BUFFON, Marciano. Tributação e Direitos Sociais: A Extrafiscalidade como instrumento de efetividade. **Revista Brasileira de Direito**, IMED, v. 8, n. 2, p. 38-68, jul./dez 2012. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/download/articulo/5120198.pdf>. Acesso em: 1 fev. 2022.
- CALVACANTE, Denise Lucena. Avanços da Tributação ambiental no Brasil. *In*: CAVALLE, Angel Urquizu. **Políticas de protección ambiental en siglo XXI: medidas tributarias, contaminación y empresas**. Colección Fiscalidad. Espanha: Bosch Librería, 2013.

- CARRAZA, Roque Antônio. **Curso de direito constitucional tributário**. 24. ed., rev., ampl. e atual. até à Emenda Constitucional n. 56/2007. São Paulo: Malheiros, 2008.
- CARVALHO, Paulo de Barros. **Curso de direito tributário**. 28. ed. São Paulo: Saraiva, 2017.
- CARVALHO, Paulo de Barros. *In*: SOUZA, Jorge Henrique de Oliveira Souza. **Tributação e meio ambiente**. Belo Horizonte: Del Rey, 2009. p. 99.
- CASADO OLLERO, Gabriel. El principio de capacidad y el control constitucional de la imposición indirecta (II). **Revista Española de Derecho Financiero**, Madrid, Civitas, n. 34, p. 185-236, 1982.
- CASADO OLLERO, Gabriel. Los fines no fiscales de los tributos. *In*: **Comentarios a la ley General Tributaria y líneas de su reforma**: libro-homenaje al profesor Dr. Fernando Sainz de Buja. Madrid: Instituto de Estudios Fiscales, 1991. v. 1.
- CASALTA NABAIS, José. **O dever fundamental de pagar impostos**: contributo para compreensão do estado fiscal contemporâneo. Coimbra: Almedina, 2009.
- CERVI, Jacson Roberto. Política Nacional de Meio Ambiente e Interação Social no Brasil. *In*: BRAVO, Álvaro Sánchez (ed.). **Sensibilidad, Sociología y Derecho**. Espanha: Alma Mater, 2021.
- COMUNICACIÓN de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones. **El Pacto Verde Europeo**. COM (2019) 640. Bruselas: Parlamento Europeo, 11 dic. 2019.
- FOLLONI, André. Isonomia na tributação extrafiscal. **Revista Direito GV**, v. 10, n. 1, p. 201-220, jan./jun. 2014. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1808-24322014000100008&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1808-24322014000100008&script=sci_arttext). Acesso em: 9 abr. 2021.
- FREITAS, Juarez. **Sustentabilidade**: direito ao futuro. Belo Horizonte: Fórum, 2011.
- GALAPERO FLORES, Rosa María. **Estudio jurídico de los elementos conceptuales do Derecho Tributario**. Valencia: Tirant lo Blanch, 2020.
- GONZALEZ, Checa. Los impuestos con fines no fiscales: Notas sobre las causas que los justifican y sobre su admisibilidad constitucional, **Revista española de derecho financiero**, n. 40, p. 505-516, 1983.



- GONZALEZ, Luis Manuel Alonso. **Los impuestos autonômicos de carácter extrafiscal**. Marcial Pons: Madrid, 1994.
- LAKS, Larissa Rodrigues. Extrafiscalidade e incentivos à inovação tecnológica. **Revista do Direito Público**, Londrina, v. 11, n. 2, p. 230-259, ago. 2016. DOI: 10.5433/1980-511X.2016v-11n2p230. ISSN: 1980-511X.
- LAPATZA, José Juan Ferreiro. **Dereito tributário**: teoria geral do tributo. Tradução Roberto Barbosa Alves. Barueri: Manole; Madrid: Marcial Pons, 2007.
- MAZZUCATO, Mariana. **El Estado Emprendedor**: mitos del sector público frente al privado. Traducción Javier Sanjulian y Anna Solé. Barcelona/España: RBA, 2019.
- MAZZUCATO, Mariana; PENNA, Caetano. The Brazilian Innovation System: A mission-oriented policy proposal. Temas estratégicos para o Desenvolvimento do Brasil – sumário executivo. Brasília: **Centro de Gestão e Estudos Estratégicos**, 2016. p. 13. Disponível em: [https://www.cgee.org.br/documentos/10195/1774546/The\\_Brazilian\\_Innovation\\_System-CGEE-MazzucatoandPenna-FullReport.pdf](https://www.cgee.org.br/documentos/10195/1774546/The_Brazilian_Innovation_System-CGEE-MazzucatoandPenna-FullReport.pdf). Acesso em 21 out. 2021.
- PIKETTY, Thomas. **Capital e ideología**. Traducción de Daniel Fuentes. Barcelona: Ediciones Deusto, 2019.
- RUIZ, María Amparo Grau. **Sostenibilidad Global y actividad financiera**: los incentivos a la participación privada y su control. Navarra: Aranzadi, 2019.
- STIGLITZ, Joseph. **Capitalismo progresista**: la respuesta a la era del malestar. Traducción Jaime Collyer. Barcelona: Taurus, 2019.
- TAVARES, D. F. L. **Los tributos del mercado financeiro**: uma perspectiva extrafiscal. Marcial Pons: Madrid, 2016.
- TIPKE, Klaus. La ordenanza tributaria alemana de 1977. **Revista Española de Derecho Financiero**, Madrid, Civitas, n. 14, 1977.



# **TRIBUTAÇÃO E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL: A POSSIBILIDADE DE TRIBUTAR A PEGADA DO CARBONO DA IA BASEADO NA EXTRAFISCALIDADE**

*Roselaine Carvalho Rocha*<sup>1</sup>

## **INTRODUÇÃO**

O jornal L'Officiel Hommes Brasil, divulgou a notícia de que o tempo está passando mais rápido no planeta Terra, em meados de agosto do ano de 2022 (L'Officiel Hommes Brasil, 2022). A razão para tal afirmação, consiste no fato de que o planeta Terra está com o movimento de rotação mais rápido, afirmam os cientistas.

Os cientistas, apontaram vários fatores, mas dentre eles estão as alterações climáticas, provocadas pelas emissões de gases de efeito estufa, o derretimento e descongelamento das calotas polares, além da lua que exerce influência sobre o movimento do planeta, e o desvio no ponto de rotação da Terra, denominado como “oscilação de Chandler” (L'Officiel Hommes Brasil, 2022).

A notícia sobre o movimento de rotação acelerado da Terra, desperta um alerta a nível mundial a respeito da necessidade de conter a degradação ambiental, bem como acelerar o processo de descarbonização do planeta e a redução de emissão de CO<sub>2</sub> é mais que urgente, e inadiável.

A questão da degradação ambiental é motivo de preocupação entre as populações do mundo. As causas são diversas, mas uma delas identificadas pelos especialistas resulta da ação dos seres humanos, como fonte principal, associados ao desenvolvimento da ativi-

---

1 Mestranda em Direito Público pelo Programa de Pós-graduação em Direito-Unisinos; Pós-graduada em Direito Empresarial e Tributário. Pós-graduanda em Direito Público, pela Esmafe/RS, Graduada em Direito pela Scholl Business IBGEN. E-mail: rocha.rradv@gmail.com.

dade econômica, a partir do processo de industrialização, bem como a gestão inadequada dos recursos naturais, os quais são os grandes responsáveis pela deterioração do meio ambiente (Guitarrara, 2023).

Estima-se, que a atividade econômica global cresceu em torno de cinco vezes, nas últimas cinco décadas, em consequência do aumento da extração de recursos naturais e atividade energética que aumentou a industrialização e o consumo, segundo o relatório chamado de O PNUMA (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente), divulgado pela ONU, em 2021 (ONU, 2022).

Nesse contexto econômico, a globalização trouxe grandes benefícios e possibilidades para a economia, com abertura de novos mercados, aceleração do consumo, em face dos avanços tecnológicos em termos de comunicação, porém contribuiu para os malefícios e aumento na degradação do meio ambiente, com aumento dos gases de efeitos estufas, decorrente do desenvolvimento acentuado crescimento dos meios de transportes (Coelho, 2023).

Por outro lado, o emprego de novas tecnologias de forma exacerbada, é um assunto que tem trazido grandes discussões acerca dos impactos provocados no meio ambiente, em especial a Inteligência Artificial (IA). A razão, para tal, reside entre os sistemas mais avançados com grande capacidade computacional e a quantidade de eletricidade necessária, para manter essa engenharia.

A inteligência artificial, tem sua base de existência em algoritmos que comandam os programas, principalmente os mais avançados, e por isso exigem computadores com grande capacidade de processamento para serem treinados, requerendo do sistema de energia, grande quantidade de energia elétrica e por conseguinte aumentando a quantidade de emissões de gases na atmosfera. E isso, por sua vez, faz com que aumente a preocupação com a pegada do carbono da inteligência artificial, que tem o seu uso como nocivo ao meio ambiente.

Nesse sentido, o documento assinado em 2015, em Paris, estabelece o compromisso, das Nações de reduzir a degradação do ecossistema e frear o esgotamento dos recursos naturais, criação de novas fontes de energias renováveis, além da erradicação de outros problemas (Sachs, 2017). Para cumprir com as metas dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, do Acordo de Paris, as nações precisam diminuir as emissões dos gases de efeito estufa, até o ano de 2030, como foi estipulado, pelo o relatório PNUMA, pelos próximos oito anos (ONU, 2022).

Sendo assim, o problema da pegada do carbono da inteligência artificial, pode ser um obstáculo para uso das novas tecnologias como instrumento de redução dos gases de efeito estufa e a redução da degradação ambiental.

Diante disso, a utilização da métrica da pegada do carbono, para os casos de emissões de gases de efeito estufa pela inteligência artificial, para fins de criação de um tributo ambiental, demonstra ser um instrumento de mensuração de CO<sub>2</sub> eficaz, como fonte auxiliar na mudança comportamental de toda a sociedade mundial.

O presente trabalho, tem por objeto de pesquisa a seguinte indagação: A contabilidade, aferida através da pegada do carbono da inteligência artificial pode ensejar a incidência de tributo verde?

A hipótese adotada, decorre da função extrafiscal do imposto, e de sua capacidade de responsabilização dos danos causados ao meio ambiente, em detrimento da ação que gerou o dano, que tem como fundamento principiológico o princípio do poluidor pagador, a partir do crescimento exponencial da utilização da inteligência artificial na vida societal, sem um plano ambiental adequado.

A presente pesquisa adotará o método analítico descritivo, isto porque resta pautada na coleta e na análise de referências específicas (artigos, filosofia, doutrina do direito), bem como o que vêm sendo proposto pela sociedade, como projetos de leis e divulgação de material de imprensa/ redes sociais.

O presente trabalho foi dividido em quatro partes: A primeira busca apresentar, minimamente, a descrição da pegada do carbono, permitindo uma visão do objeto da pesquisa. A segunda, pretende descrever como a pegada do carbono no caso da tecnologia chamada inteligência artificial e como é a tecnologia contribui para o aumento das emissões dos gases de efeito estufa. Já a terceira parte, aborda a possibilidade de tributação com base na extrafiscalidade, alinhado com o instrumento principiológico do poluidor pagador. E por fim, na quarta parte, busca-se fazer uma correlação entre a pegada do carbono e a tributação com base nos critérios de aferição das emissões.

## **DESVENDANDO A PEGADA DO CARBONO**

As afirmações de François Ost (2005), sobre o tempo não ser alheio aos acontecimentos da vida, em seu livro o tempo do direito, parece ser bem adequado a questão da aceleração do tempo, em ra-

zão do movimento de rotação acelerado do planeta, provocado pelas mudanças climáticas.

A partir do compromisso assumido pelas nações, em 2015, pelo Acordo de Paris, muitas foram as alternativas encontradas nesse processo de erradicação dos combustíveis fósseis, dentre eles a questão da descarbonização dos processos industriais das empresas, agricultura, transportes, o uso da inteligência artificial para reduzir as emissões de CO<sub>2</sub>, enfim.

As emissões de gases de efeito estufa, no planeta, são um motivo de grande embate entre as nações e alvo de grandes discussões nas pautas climáticas a nível mundial. A razão, para tanta preocupação reside no fato de que os maiores índices de emissões de gases nocivos à atmosfera, advém das emissões provocadas pelas usinas elétricas de combustíveis fósseis, que contribuem veemente para o aumento dos níveis de emissões de CO<sub>2</sub>, além do aumento na prosperidade das pessoas, intenso consumo de produtos, aumento da população global que duplicou para 7,8 bilhões, contribuindo para a degradação ambiental (Ruhl; Salzman, 2020).

O contexto do desenvolvimento econômico e da contínua expansão da globalização, demonstram que o crescimento da tecnologia é a principal ferramenta de crescimento e desenvolvimento das economias, o qual estão em constante evolução por meio das melhorias em seus processos.

A partir do surgimento do ChatGPT, que é uma espécie de inteligência artificial, estima-se que o número de empresas que passaram a utilizar essa tecnologia, aumentou para 1310% entre o fim de novembro de 2022 e o início de maio de 2023, o que leva ao aumento das emissões de gases na atmosfera, através de redes de computadores com grande capacidade de processamento de dados e uso de energia elétrica (Databricks, 2023).

Um dos meios de se mensurar as emissões de CO<sub>2</sub>, na atmosfera, são os protocolos e procedimentos adotados, criado por cientistas dedicados à causa ambiental em todo o planeta, que possibilita o monitoramento das emissões e a sua quantificação emitida por cada país. Isso porque, as projeções para o aumento da população implicam no aumento das alterações climáticas, antropogênicas e nas emissões de gases de efeito estufa (Araujo; Medeiros; Cohim, 2022).

Dentre as metodologias adotadas, por estudiosos do assunto, está a pegada do carbono, que serve para quantificar o valor que cada pessoa, empresa, produtos de consumo, hábitos, produz de gases, e assim valorar a quantidade de gases de efeito estufa emiti-

do na atmosfera (Engie, 2022). Em outras palavras, trata-se de uma contabilidade acerca das emissões diretas e indiretas dos gases de efeito estufa, como por exemplo, o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), o metano (CH<sub>4</sub>), entre outros, gases emitidos, oriundos de uma atividade de fabricação, comercialização ou consumo, bem como descarte do produto (Engie, 2022).

Apesar da grande evidência nos dias atuais, a métrica, chamada pegada de carbono, foi criada nos anos 1990 pelos pesquisadores William Rees, canadense, e Mathis Wackernagel, suíço, através do documento científico que considerava o impacto produzido pelo consumo, para fins de quantificar o impacto produzido no sistema ecológico, pelo homem e todo o movimento societal, o qual o termo, pegada de carbono, deriva do termo em inglês (*carbon footprint*). Contudo, somente em 2005, a expressão, pegada de carbono, ganhou visibilidade (Engie, 2022).

A metodologia, de aferição da pegada de carbono, considera como premissa que todo indivíduo é responsável pela emissão dos gases, até mesmo no que concerne a sua alimentação, pois o cálculo abrange as etapas de produção do alimento, até chegar ao consumidor final (Engie, 2022). Logo, dentro da métrica, estabelecida pela pegada do carbono, todos os habitantes do planeta são responsáveis por todas as emissões dos gases da nossa atmosfera.

Sob esse olhar, a pesquisa divulgada pelo já mencionado, relatório PNUMA, descreve que todos da sociedade exercem papéis importantes para a consecução dos objetivos sustentáveis, o que se conclui que não há pessoas desobrigadas a quando se trata de redução da degradação ambiental, ainda que em escala menor, daqueles que são os grandes poluidores (ONU, 2022).

Essas considerações, são de grande valia, a respeito da pegada de carbono, porque uma das formas de evitar a degradação ambiental e resguardar a herança intergeracional antropogênica das gerações futuras, é agilizar o processo de descarbonização, o qual a pegada de carbono pode instrumentalizar a mensuração dos grandes emissores de gases poluentes, para efeitos de uma possível tributação.

## **DESPICIENDO A PEGADA DO CARBONO DA IA**

Se por um lado a inteligência artificial é considerada a nova eletricidade do século XXI, nas reduções das emissões de carbono, pe-

los mais diversos setores da sociedade, por outro, a aceleração no emprego da inteligência artificial em grande escala nas indústrias, tem gerado apreensão perante a comunidade científica ambiental (Rolnick *et al.*, 2022).

A inteligência artificial, precipuamente, possui uma capacidade mais avançada de analisar grandes quantidades de dados em conjunto, desde a poluição do ar e da água, as mudanças no meio ambiente, entre muitos dados que a tecnologia é capaz de processar, sendo muito benéfico para toda a sociedade e as metas do Acordo de Paris (Engie, 2022). Porém, o uso da tecnologia, em larga escala no mundo é um mal, e isso é um paradoxo.

Em linhas iniciais, anteriormente, descreveu-se que toda a tecnologia da inteligência artificial, é pautada na existência de algoritmos que administram a atuação dos programas, e que por isso exigem máquinas que possam processar e treinam grandes quantidades de dados e para isso demandam muita utilização de energia etérea, que ainda , na maioria dos países advém de combustíveis fósseis.

Um dos desafios atuais da utilização da inteligência artificial é o seu emprego de forma menos onerosa para o meio ambiente, de forma a trazer um equilíbrio entre os benefícios e malefícios.

Em vista disso, em agosto de 2023, foi divulgado um artigo do analista Tim Culpan (2023), que analisou um modelo de inteligência artificial, em relação ao crescimento no interesse pela inteligência artificial, que tende a aumentar e a exigir mais das redes elétricas a nível mundial. O argumento para tal, consiste no fato de que os chips utilizados para o processamento da inteligência artificial consomem em torno de 1.000 watts, o equivalente a um aquecedor portátil, gerando um aumento na demanda por eletricidade e consequente aumento na pegada do carbono dessa tecnologia (Culpan, 2023).

Colabora com as inquietações de Culpan, um estudo da Universidade de Stanford, em meados de 2019, que revelou que o treinamento do sistema padrão de linguagem da inteligência artificial , produz quantidade similar de gás carbônico, o equivalente a de uma pessoa que vai e volta entre Nova York e São Francisco (Kaufman, 2020).

O analista Culpan (2023) explica, que o consumo de eletricidade aumenta pelo funcionamento de diversas unidades de processamentos de gráficos (GPU), pois tais unidades têm como função processar as imagens, vídeos e execução de jogos. Isso porque, a GPU recebe os dados da CPU e cria uma estrutura, preenchendo-a com informações de cor, textura, iluminação, dentre outras caracterizações.



A questão, da pegada do carbono da inteligência artificial, não se restringe ao uso em massa, quando os usuários efetuam comandos de uma simples busca de uma receita de bolo no ChatGPT, explica Culpan (2023), há o gasto com o treinamento da tecnologia, que é alimentada por combustíveis fósseis. O motivo é bem simples: os servidores não estão próximos de barragens hidrelétricas, ou aqueles paines de energias solares, pois há um atraso na comunicação da rede, e isso é um grande entrave, quando os comandos são recebidos via internet, porque a capacidade de resposta ao comando de busca, fica atrasado. Por isso, os servidores dessa tecnologia precisam estar sediados em locais próximo aos destinatários finais (Kaufman, 2020), gerando um aumento no consumo de energia elétrica.

Os especialistas, afirmam que muitos são os fatores que colaboram para as emissões de gases nocivos ao meio ambiente geradas pelos sistemas de inteligência artificial, não podendo ser subtraída desta questão nem os sistemas de refrigeração que servem para a manutenção da temperatura dos servidores. Nesse cenário, é indispensável aferir a Eficiência do Uso de Energia (PUE, na sigla em inglês), através de uma métrica que gradua os gastos de energia dos servidores onde acontecem os treinamentos do GPT-3, Gopher, OPT, Bloom, exemplos esses de linguagem de programação que impactam a área da inteligência artificial (Insper, 2023).

Tais preocupações, dos estudiosos, ocorrem pela forma em que a inteligência está construída. Para a criação de da inteligência artificial são necessários a construção do processo completo, bem como treinar o sistema, o que pode gerar o dobro de emissão de CO<sub>2</sub>, de uma pessoa durante toda a sua vida, conforme a fonte de energia utilizada (Kaufman, 2020). E essas emissões podem agravar!

A pesquisadora Emma Strubell, da Carnegie Mellon University, divulgou um estudo em 2019, o qual afirma que desde o ano de 2017, o consumo de energia e a pegada de carbono estão ultrapassando os limites já estabelecidos, pelos cientistas, conforme os sistemas de inteligência artificial são alimentados com mais dados. Na ocasião Strubell, apontou o modelo específico, que emitiu à época a métrica de dióxido de carbono, o que equivale a toda produção de dióxido de carbono de cinco carros americanos médios, durante toda a sua existência (Kaufman, 2020).

O modelo mais conhecido de inteligência artificial na sociedade e pelas economias dos países é a *deep learning*, redes neurais profundas, que constitui um modelo mais experimental, que não prescinde de ajustes, e isso reivindica um exercício de tentativa e

erro, o que significa, que o processo será iniciado muitas vezes, com diferentes desenhos arquitetônicos de códigos, estruturas, algoritmos. E ao contabilizarmos, um período de seis meses serão emitidos, pelo sistema, o equivalente a mais de 78.000 libras de emissões de CO<sub>2</sub>, mais do que um adulto nos EUA, produz, durante o período de dois anos (Kaufman, 2020). Logo, o uso da inteligência artificial, de forma indiscriminada, pode gerar um impacto muito maior no meio ambiente, em um curto espaço de tempo, se ocorrer a intensificação no seu uso pelas economias, em comparação com as métricas já existentes de emissão. E isso, é contrário aos objetivos do acordo de Paris, que exige das nações uma corrida contra o relógio, para cumprir com as diretrizes estabelecidas, em 2015.

Em suma, incorporar, a inteligência artificial, aos processos da sociedade, de forma desmedida, sem um plano de ação estratégico, para reduzir ao máximo possível os impactos provocados, pelas emissões de CO<sub>2</sub> da inteligência artificial, deverá ser um dos grandes desafios dos próximos cinco anos.

## **DA POSSIBILIDADE DE TRIBUTAR AS EMISSÕES DOS GASES DE EFEITO ESTUFA POR MEIO DA EXTRAFISCALIDADE**

O processo de descarbonização no planeta é um dos maiores desafios que os governos, certamente, encontrarão e continuarão a encontrar nos próximos anos. Essa é uma visão não pessimista e sim realista, quando o assunto é a emissão de gases de efeito estufa na sociedade mundial, principalmente, pela explosão das novas tecnologias no dia a dia dos seres humanos e das economias, que nos dias atuais são globalizadas.

Dentre as premissas assumidas pelos 197 países, no documento assinado em 2015, o Acordo de Paris, está o compromisso de reduzir a degradação do ecossistema e frear o esgotamento dos recursos naturais, criação de novas fontes de energias renováveis, além da erradicação de outros problemas (Sachs, 2017).

Com isso, a descarbonização da economia, baseada nos combustíveis fósseis, tende a aumentar nos próximos anos. No último ano, a economista-chefe da OCDE, Laurence Boone, afirmou que para descarbonizar a economia, as Nações necessitam adentrar à questões mais sensíveis dos Estados e isso, passa pela regulação e políticas fiscais (Marinho, 2022),

Diante da crise climática e da necessidade de redução das emissões de gases de efeito estufa, para conter a degradação ambiental e garantir a herança intergeracional, das gerações futuras, é que o mercado do carbono ganhou uma especial atenção nas pautas das cúpulas de reuniões dos países. O objetivo é transformar a descarbonização em um grande e atrativo mercado, para que assim todos os países possam se comprometer com as metas estabelecidas pelo Acordo de Paris (2015), e assim limitar as emissões de CO<sub>2</sub> no planeta.

Os autores, Ruhl e Salzman (2020) citam três mudanças diferentes, voltadas à erradicação do uso de combustível fóssil, nos EUA, mas que também podem ser aplicadas às demais nações, vejamos:

A descarbonização profunda requer três mudanças fundamentais na Sistema de energia dos EUA: (1) uso final altamente eficiente de energia em edifícios, transporte e indústria; (2) descarbonização de eletricidade e outros combustíveis; e (3) troca de combustível de usos finais para eletricidade e outros suprimentos de baixo carbono. Todas essas mudanças são necessárias, em todos os setores da economia, para atingir a meta de um 80% de redução de GEE abaixo dos níveis de 1990 até 2050 (Ruhl; Salzman, 2020).

A justificativa, dos autores, com relação às três mudanças apontadas, é que para potencializar a descarbonização entre os países, e para que o processo seja mais eficaz em termos de redução das emissões de combustíveis fósseis, mas também reduzir a sua utilização no cotidiano, reside no fato de que toda a matéria prima empregada é oriunda de resíduos provenientes da agricultura, florestas, algas, entre outros materiais orgânicos, entre outros materiais orgânicos (Blake, 2017). Em termos societais, a descarbonização deve ser a missão de todos.

O modelo econômico da sociedade está estruturado no emprego dos combustíveis fósseis, como fator preponderante dos meios de produção, e havendo um exaurimento dos recursos disponíveis, pode gerar tensão a nível mundial.

A métrica da pegada do carbono, como outrora mencionado, é uma metodologia que afere as emissões diretas e indiretas dos gases de efeito estufa, método esse que reforça o dever de empenho de todos da sociedade como um todo em contribuir com a descarbonização de todos os setores da sociedade.

Em sentido prático, a descarbonização, por meio da tributação extrafiscal, se torna um grande instrumento impulsionador, para que a sociedade possa aderir, mais facilmente, às novas formas de energias renováveis. No mesmo sentido, Caliendo afirma, que o processo de descarbonização, através dos incentivos fiscais, são muito vantajosos e eficazes, quanto aos seus efeitos, pois os valores são elevados no mercado, e isso pode ser de grande valia para acelerar a diminuição do processo de degradação ambiental (Caliendo, 2016). A extrafiscalidade das emissões de CO<sub>2</sub>, perpassa pela responsabilidade das empresas e nações, em termos de uso de inteligência artificial, pois a tecnologia é um instrumento de desenvolvimento econômico.

Segundo Sachs (2017, p. 535-536), a boa governança relaciona-se com a responsabilidade das empresas e dos governos, porque ambos respondem perante aos mercados e ao Poder Judiciário, mas além disso, a análise da opinião pública, já que os governos são eleitos pelo sistema democrático, e isso atribui o dever de prestar contas aos seus cidadãos. Porém, não afasta o dever de prestar contas, daqueles sistemas, o qual não há a presença de sistemas democráticos.

Essa responsabilidade em conjunto, é em detrimento do fato de que as grandes empresas, multinacionais, estão situadas em países, que a legislação ambiental não é flexível, no entanto, possuem filiais em países em que a legislação é mais flexível, no que tange às emissões de gás carbono, dentre outros gases nocivos ao meio ambiente, e muitas dessas empresas, nesses países, com suas emissões, contribuem para os desastres climáticos, inclusive para o desaparecimento de ecossistemas, que são indispensáveis a sobrevivência de espécies e à vida humana.

A responsabilidade dúplice, apontada por Sachs, encontra amparo no Princípio do Poluidor Pagador e serve com vetor e norte para instituição de tributos relacionados às questões ambientais *stricto sensu* voltados para sustentabilidade, e tem o objetivo de impactar, o reais poluidores pela lesão aos danos causados na sociedade (Peralta, 2015).

O suporte legislativo, para aplicação do princípio poluidor pagador, no caso brasileiro, advém da interpretação do texto constitucional brasileiro, precisamente no art. 170, inciso VI<sup>2</sup>, o qual prevê de forma expressa a defesa do meio ambiente.

---

2 “Art. 170. A ordem econômica, fundada na valorização do trabalho humano e na livre iniciativa, tem por fim assegurar a todos existência digna, conforme os ditames da justiça social, observados os seguintes princípios: [...]VI – defesa do meio ambiente, inclusive mediante tratamento diferenciado conforme o impacto ambiental dos produtos e serviços e de seus processos de elaboração e prestação”. (Brasil, 1988).

A tutela esculpida na base principiológica, permite, no caso Brasil, alterações legislativas, nos sistema tributário e incluir na matriz de incidência tributária a tributação das novas fontes energéticas com tratamento diferenciado em termos de incidência, isto é, pela extrafiscalidade (Caliendo, 2016).

Na visão de Peralta (2015), o princípio do poluidor pagador (PPP) desenha o fato gerador, bem como a gradação do tributo, pois serve como critério balizador em consonância com parâmetros estabelecidos pelo princípio da proporcionalidade e equivalência, afastando a aplicabilidade do princípio da capacidade contributiva. Com isso, é possível mensurar a gradação do tributo, com base na relação do agente econômico com o meio ambiente e não com o critério patrimônio.

Neste cenário, três são os vetores que ancoram a criação de um tributo voltado a descarbonização, que limitam a atuação estatal: a) Idoneidade: a finalidade do tributo é alcançar o resultado, para o qual foi criado, ou seja, extrafiscal; b) necessidade: deve haver uma ponderação entre o bem da vida que se pretende proteger; c) Proporcionalidade: a incidência do tributo está limitada pelo não -confisco, mesmo nos casos em que as ações do sujeito causem dano à sociedade e ao meio ambiente (Peralta, 2015). Em outras palavras, o legislador deve respeitar a proporcionalidade e a isonomia, ainda que o agente cause graves prejuízos com as ações degradadoras ambientais.

A tributação extrafiscal, permite que o Estado se valha de uma postura mais firme para que possa cumprir o seu papel perante a sociedade, pondera Alfredo Becker (2010, p. 633):

[...] o silêncio da regra jurídica (sobre aquele fato social) não equivale à abstenção da intervenção do Estado naquele fato social, visando o bem comum, pois há muitas maneiras do Estado alcançar um mesmo resultado. Por exemplo: o Estado para impedir ou desestimular determinado fato social, tem dois caminhos a escolher: (a) ou regra jurídica que declare ilícito aquele fato social; (b) ou tributo extrafiscal 'proibitivo'. Optando pelo segundo, a intervenção do Estado será indireta porque, mediante o tributo extrafiscal, aquilo que pode ser exigido juridicamente é só o tributo e este é, precisamente, o objeto secundário (Becker, 2010, p. 633).

Neste contexto brasileiro, a questão ambiental, bem como o próprio direito ambiental, são resultados da incorporação de princí-

pios ecológicos, em nosso ordenamento jurídico, resultando em uma justiça sócio ambiental. Todavia, há um grande desafio do Estado, à medida em que tem o dever de manter a legislação e atuação em conformidade com a própria evolução do direito ambiental e seus temas correlatos (Caliendo; Rammê; Muniz, 2014). Ante aos desafios de cumprir a agenda de Paris (2015) e atento a necessidade de descarbonização, a Comissão de Meio Ambiente do Senado Brasileiro, no início do mês de outubro de 2023, aprovou o projeto que regulamenta o mercado brasileiro de redução de emissões de CO<sub>2</sub>, de autoria do ex-senador Chiquinho Feitosa, porém, com a retirada, do projeto, as atividades primárias do setor agrícola do mercado regulado de emissões (Caliendo; Rammê; Muniz, 2014).

Outro exemplo de atuação, em prol da descarbonização é lei do Parlamento Europeu, ao criar uma legislação sobre o clima, que aumenta a meta de redução das emissões dos gases para 55%, que antes era de 40%, e assim vinculando todos os países da UE, para uma neutralidade de emissões até 2050 (União Europeia, 2018).

Devido a urgência em reduzir as emissões de gases em nosso planeta, foram ainda, adotadas medidas muito restritivas pela a UE como elevar o preço das importações de produtos advindos de países que não estão comprometidos com a redução das emissões dos gases de efeito estufa, emissão de licenças de CO<sub>2</sub>, que adquiridas no mercado mobiliário de valores europeu, criação de um imposto sobre a emissão de carbono para o transporte rodoviário e aquecimento (União Europeia, 2018).

Note-se que há uma relação direta entre tributação e responsabilidade, no que se refere a redução das emissões dos gases de efeito estufa, para o Parlamento Europeu. Com a abertura dos mercados e o rompimento das barreiras geográficas, em termos econômicos, a economia se tornou globalizada, o qual as ações de indivíduos distintos, em locais geográficos diferentes, têm impacto na vida do globo.

Essa dinâmica, das ações de sujeitos distintos, em espaços físicos diferentes, produzem impacto na vida um do outro, assemelha-se ao entrelaçamento quântico, que descreve o comportamento das partículas, na ciência da física atômica (física, quântica ou ciência quântica). Uma das áreas de estudo da física quântica, chama-se o entrelaçamento quântico, que consiste no emaranhamento entre duas ou mais partículas de átomos, elétrons, prótons, que se mantêm interligadas mesmo quando estão distantes fisicamente, uma pode sentir e refletir o movimento uma da outra. Esse movimento

pode ser refletido, porque elas compartilham a energia ou seu giro. O cientista Albert Einstein, denominou tal fenômeno de “ação assustadora à distância” (Prêmio...2022).

Essa simples relação entre os efeitos da globalização e o entrelaçamento quântico, são importantes, ao refletirmos a respeito do compromisso em reduzir as emissões de CO<sub>2</sub> e ações mais severas dos países comprometidos com o Acordo de Paris (2015) e os países que possuem uma legislação mais flexível quanto ao tema, pois em termos de emissões de gases poluidores ou redutores, todos são responsáveis para mais ou para menos. Por isso, que o aumento no preço das importações de produtos advindos de países que não estão comprometidos com a redução das emissões dos gases de efeito estufa, formulado pela UE é plenamente possível em termos de globalização. O intuito nessa situação, é compelir os países que são mais flexíveis em termos de legislação a respeito da redução das emissões de gases nocivos na atmosfera, a se tornarem mais rígidos, quando o assunto é descarbonização, porque ao final todos arcaram com a matemática da degradação ambiental.

### **A MÉTRICA DA PEGADA DO CARBONO DA IA PODE SER UTILIZADA COMO PARÂMETRO NA INSTITUIÇÃO DO IMPOSTO VERDE?**

A função da tributação dentro do direito ambiental é sustentável, e encontra a sua plenitude de existência em proveito da sociedade, do meio ambiente e da economia. Qualquer coisa diferente disso, não se consubstancia em tributação sustentável, pois se assim fosse, o agente público não poderia se furtar de tributar as condutas que causam prejuízos ao meio ambiente e a sociedade (Freitas, 2016).

No mesmo sentido, Caliendo (2014) defende que as funções de extrafiscalidade do tributo corresponde ao objetivo de disciplinar as situações que extrapolam o fato gerador de incidência de um imposto.

Em resumo, a extrafiscalidade sob o aspecto tributário busca compatibilizar as ações de degradação ambiental, com o atributo da responsabilidade pelas emissões, em uma espécie de binômio, ação e impacto causado, ancorado no princípio do poluidor pagador.

Diante disto, o processo globalizado atravessa o processo da transnacionalização das normas e repercute também em todas as áreas da sociedade, como o direito ambiental. Para Shaffer (2012), as

influências do direito transnacional vai desencadear uma modificação econômica, como forma de resposta, como a questão das reduções dos gases de efeito estufa, decorrente do Acordo de Paris (2015) assinado, pelas Nações.

Com base nesta perspectiva, as ações de combate à degradação ambiental e a preservação da herança antropogênica percorrem um caminho em direção ao direito tributário, que tem um papel coercitivo, neste caso, mas também educativo e consciencial, pois o tributo deixa de exercer uma função meramente arrecadatário, para algo muito maior.

Conforme abordou-se, a pegada do carbono é uma métrica criada que serve para mensurar a quantidade que cada pessoa, empresa, produtos, etc, produz e emite de gases de efeito estufa, uma espécie de contabilização das emissões diretas e indiretas. Através dessa metodologia, já é possível aferir que o uso da inteligência artificial no cotidiano aumentou a quantidade de emissões de CO<sub>2</sub> na atmosfera e que tende a aumentar nos próximos anos.

A arquitetura da inteligência artificial está desenhada a partir dos algoritmos que executam o programa e efetuam o treinamento de uma enorme quantidade de dados, e para isso demandam uma carga muito grande de energia elétrica, o que é prejudicial para o planeta, pois um número muito elevado de países, tem o fornecimento de energia elétrica oriundo dos combustíveis fósseis.

Sob tais aspectos, a tributação pelos critérios da pegada do carbono da inteligência artificial envolve dois aspectos, conforme Caliendo (2016). O primeiro é pela indução tributária positiva que impõe a adoção de medidas legais que decorrem supressão ou redução do encargo tributário; que consiste em adoção de tecnologias, que levem a neutralidade de emissão de CO<sub>2</sub>, como defendem os cientistas em seus estudos. E o segundo é por meio da indução tributária negativa que decorre da extrafiscalidade como instrumento de coerção, para a inobservância à condutas em benefício do meio ambiente (Caliendo, 2016). Ou seja, para os casos de emprego de tecnologias tais como a *deep learning*, que reivindicam um exercício de tentativa e erro, isto é, que o processo é iniciado diversas vezes, conforme repudia a pesquisadora Emma Strubell, há um percentual elevado na tributação.

Tais medidas se justificam pelo fato de que, no caso da tributação da pegada do carbono da IA, o princípio do poluidor pagador, atribui ao imposto uma função que ultrapassa a arrecadação. Em outras palavras, a incidência do tributo recai pelo ônus da responsabi-



lidade dos prejuízos causados à sociedade em geral, que arcará com as consequências das emissões.

Logo, pelo critério de aferição da pegada do carbono da inteligência artificial, para fins de incidência do tributo, as etapas de criação da tecnologia, o qual tem maior nível de emissão de CO<sub>2</sub>, é a etapa do treinamento, que consome mais energia, pois é a fase em que há o processamento da aprendizagem do programa.

Neste caso, se justifica uma alíquota progressiva do imposto, que alcançaria seu ápice em termos de alíquota, quando fosse constatado um grande consumo de energia, por meio da Eficiência do Uso de Energia (PUE, na sigla em inglês).

A respeito da gradação na tributação, Caliendo (2016) escreve, que a cobrança de tributos verde, nessas situações, caracteriza um remédio de comando e controle, em que um modelo de conduta, também exige que haja a internalização dos impactos causados nas extremidades do sistema ambiental, impondo a uma atividade alíquotas mais elevadas que outra atividade. Observa-se, que a internalização dos custos dos prejuízos causados pelo grande consumo de energia, dos servidores, que processam os algoritmos da inteligência artificial, se dá pela aferição da eficiência do uso da energia.

Sendo assim, a extrafiscalidade implementa os critérios da métrica da pegada do carbono, principalmente no que tange as emissões de gases da inteligência artificial, e com isso é possível aferir que a incorporação da inteligência artificial sem estratégia ambiental, pode gerar prejuízos a toda herança antropogênica, o qual consiste em distribuir a responsabilidade para todas as nações.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Segundo Neves (2014), a medida em que a sociedade evolui os problemas aumentam, surge a necessidade dos diversos sistemas da sociedade criarem uma conexão com o seu entorno, para que sejam capazes de adaptar-se com as transformações da ordem social.

A partir da metodologia da pegada de carbono, é possível mensurar a quantidade de emissões de gases de efeito estufa que cada pessoa, empresa, processo industrial, consumo etc.

O Acordo de Paris (2015), estabeleceu como meta até o ano de 2030 a redução das emissões de CO<sub>2</sub>, obrigando os Estados a elaborarem políticas públicas e tributárias para o processo de descarbonização.

A inteligência artificial, por sua vez, se tornou a principal ferramenta de expansão e desenvolvimento econômico das nações. Porém, a sua disseminação no cotidiano está contribuindo para o aquecimento global, decorrente do elevado número de emissões de CO<sub>2</sub> na atmosfera.

Nesse sentido, a inteligência artificial ganhou especial atenção, pela sua potencial capacidade poluidora, conforme os estudos científicos apontaram, através do consumo energético oriundo de fontes de combustíveis fósseis.

A partir da pegada do carbono da inteligência artificial, é possível aferir a quantidade de emissor de gases nocivos na atmosfera. E em decorrência do impacto sofrido, tem-se a hipótese de instituir um tributo, baseado na extrafiscalidade e o princípio do poluidor pagador, que incorpora ao sujeito causador do dano a responsabilidade pelos prejuízos sofridos pelo meio ambiente.

Dentro desta hipótese os critérios contidos na pegada do carbono da inteligência artificial, permitem duas respectivas medidas legislativas: indução tributária positiva, que consiste na redução ou supressão do imposto, pela adoção de tecnologias, que levem a neutralidade de emissão de CO<sub>2</sub> e através da indução tributária negativa que decorre da extrafiscalidade como instrumento de responsabilização do agente causador do dano, aplicáveis para os casos de emprego de tecnologias tais como a *deep learning*, que reivindicam um exercício de tentativa e erro, isto é, que o processo é iniciado diversas vezes, permitindo a progressividade no caso do consumo direto, pois o próprio Estado Democrático de Direito mais objetivo na sua existência. À sombra dessas novas transformações que a sociedade vem sofrendo é que cabe buscar novos arranjos tributários para questões em que o próprio sistema jurídico não analisou (Unger, 1999), sem dispensar o crescimento econômico e tecnológico das nações.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Monique Cerqueira; MEDEIROS, Diego Lima; COHIM, Eduardo. Desempenho energético e pegada de carbono de um sistema de esgotamento sanitário centralizado no nordeste brasileiro. **Eng. Sanit. Ambient.** v. 27, n. 1, p. 205-221, jan./fev. 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/jf9fZs9d6f9hWMJvwbNWbWz/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 29 out. 2023.

- BECKER, Alfredo Augusto. **Teoria geral do direito tributário**. São Paulo: Noeses, 2010.
- BLAKE, Hudson. **Constitutions and the Commons: The Impact of Federal Governance on Local, National, and Global Resource Management (Resources for the Future)**. Washington: RFF Press, 2017.
- BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm). Acesso em: 28 out. 2023.
- CALIENDO, Paulo. Extrafiscalidade ambiental e o incentivo às energias renováveis. In: CALIENDO, Paulo; CAVALCANTE, Denise Lucena (orgs.). **Tributação Ambiental e Energias Renováveis**. Porto Alegre: Editora Fi, 2016. p. 11-33.
- CALIENDO, Paulo; RAMMÊ, Rogério; MUNIZ, Veyzon. Tributação e sustentabilidade ambiental: a extrafiscalidade como instrumento de proteção do meio ambiente. **Revista de Direito Ambiental**, v. 76, p. 471-491, out./dez. 2014.
- COELHO, Joana. O que é globalização e suas consequências? **eCycle**. 2023. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/globalizacao/>. Acesso em: 28 out. 2023.
- CULPAN, Tim. Bitcoin's Dirty History Offers a Lesson for AI's Future. **VettaFi Advisor Perspectives**, 28 ago. 2023. Disponível em: <https://www.advisorperspectives.com/articles/2023/08/28/bitcoin-dirty-history-offers-lesson-ai-future>. Acesso em: 2 jan. 2024.
- DATABRICKS. **Perspectiva de dados + IA 2023**. Fornecido pelo Databricks Lakehouse. Disponível em: <https://www.databricks.com/sites/default/files/2023-08/state-of-data-report-final-version-pt-br.pdf>. Acesso em: 28. out. 2023.
- ENGIE. **Transição energética**, 2 ago. 2022. Disponível em: <https://www.alemdaenergia.engie.com.br/tudo-o-que-voce-precisa-saber-sobre-a-pegada-de-carbono/>. Acesso em: 29 out. 2023.
- FREITAS, Juarez. O tributo e o desenvolvimento sustentável. **Revista Novos Estudos Jurídicos – Eletrônica**, v. 21, n. 3, p. 825-845, set./dez. 2016. Disponível em: [https://repositorio.pucrs.br/dspace/bitstream/10923/11500/2/O\\_TRIBUTO\\_E\\_O\\_DESENVOLVIMENTO\\_SUSTENTAVEL.pdf](https://repositorio.pucrs.br/dspace/bitstream/10923/11500/2/O_TRIBUTO_E_O_DESENVOLVIMENTO_SUSTENTAVEL.pdf). Acesso em: 31 out. 2023.

- GUITARRARA, Paloma. Degradação Ambiental. O que é, causas, efeitos. **Brasil Escola**, São Paulo, 2023. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/geografia/degradação-ambiental.htm>. Acesso em: 28 out. 2023.
- KAUFMAN, Dora. Consumo de energia e emissão de CO2 dos algoritmos de inteligência artificial: como evitar uma catástrofe climática. **Época Negócios**, Rio de Janeiro, 18 dez. 2020. Disponível em: <https://epocanegocios.globo.com/colunas/IAgora/noticia/2020/12/consumo-de-energia-e-emissao-de-co2-dos-algoritmos-de-inteligencia-artificial-como-evitar-uma-catastrofe-climatica.html>. Acesso em: 29 out. 2023.
- INSPER. Treinamento de Inteligência Artificial deixa pegada de carbono profunda. **Insper**, São Paulo, 4 jul. 2023. Disponível em: <https://www.insper.edu.br/noticias/treinamento-de-inteligencia-artificial-deixa-pegada-de-carbono-profunda/>. Acesso em: 2 jan. 2024.
- L'OFFICIEL HOMMES BRASIL. Cientistas afirmam que o tempo está passando mais rápido. **L'Officiel Hommes Brasil**. 9 ago. 2022 Disponível em: <https://www.revistalofficiel.com.br/hommes/cientistas-afirmam-que-o-tempo-esta-realmente-mais-rapido>. Acesso em: 26 out. 2023.
- MARINHO, André. OCDE: descarbonização da economia demandará precificação da emissão de carbono. **CNN Brasil**, São Paulo, 8 fev. 2022. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/economia/ocde-descarbonizacao-da-economia-demandara-precificacao-da-emissao-de-carbono/>. Acesso em: 30 out. 2023.
- NEVES, Marcelo. (Não) Solucionando problemas constitucionais: transtitucionalismo além de colisões. **Lua Nova**, São Paulo, v. 93, p. 201-232, dez. 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ln/a/MrhW55tXvNwHyZb4jWK6shB/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 31 out. 2023.
- OST, François. **O Tempo do direito**. Tradução Elcio Fernandes. São Paulo: Sagrado Coração, 2005.
- PRÊMIO Nobel de Física: o que é o entrelaçamento quântico. **CNN Brasil**, São Paulo, 4 out. 2022. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-63138333>. Acesso em: 30 out. 2023.

- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **O PNUMA em 2021**. United Nations Environment Programme, 2022 Disponível em: [https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/37946/UNEP\\_AR2021\\_PT.pdf](https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/37946/UNEP_AR2021_PT.pdf). Acesso em: 28 out. 2023.
- PERALTA, Carlos E. Tributação ambiental no Brasil: Reflexões para esverdear o Sistema Tributário Brasileiro. **RFPTD**, v. 3, n.3, 2015.
- ROLNICK, David *et al.* Tackling Climate Change with Machine Learning. **ACM Computing Surveys**, v. 55, n. 2, article n. 42, p 1-96, fev. 2022. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3485128#Bib0591>. Acesso em: 2 jan. 2024.
- RUHL, J. B.; SALZMAN, James. What happens when the Green New Deal meets the old green laws? **Vermont Law Review**, v. 44, p. 693-791. 4 fev. 2020, Disponível em: <https://ssrn.com/abstract=3531895>. Acesso em: 2 jan. 2024.
- SACHS, Jeffrey D. **A Era do Desenvolvimento Sustentável**. Lisboa: Actual, 2017.
- SHAFFER, Gregory. Transnational legal process and state change. **Law & Social Inquiry**, v. 37, n. 2, p. 229-264, 2012.
- UNGER, Roberto Mangabeira. **Democracia realizada**: a alternativa progressista. São Paulo: Boitempo, 1999.
- UNIÃO EUROPEIA (UE). Redução das emissões de carbono: metas e iniciativas da União Europeia. **Temas Parlamento Europeu**, Bruxelas, 8 mar. 2018. Disponível em: <https://www.europarl.europa.eu/news/pt/headlines/society/20180305STO99003/reducao-das-emissoes-de-carbono-metas-e-iniciativas-da-ue>. Acesso: 2 jan. 2024.



## **Sobre os autores**

### **Adriano Sbaraine**

Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental da Universidade Feevale. Mestre em Qualidade Ambiental pela Universidade Feevale. Pós-Graduado em Direito Previdenciário. Advogado.

E-mail: dradriano@hotmail.com.

### **Ana Heloisa Milani Coelho**

Pesquisadora do Programa Unificado de Bolsas (PUB) 2022/2023 pela Faculdade de Direito de Ribeirão Preto – Universidade de São Paulo.

### **André Rafael Weyermüller**

Pós-doutor em Direito pela PUC-Rio, pela URI-Santo Ângelo e pela UCS-Caxias do Sul. Pós-doutorando na PUC-RS. Doutor em Direito pela Unisinos. Mestre em Direito Público pela Unisinos. Especialista em Direito Ambiental pela Feevale. Bacharel em Ciências Jurídicas e Sociais pela Unisinos. Professor no mestrado em Qualidade Ambiental da Universidade Feevale. Professor no mestrado em Direito da Empresa e dos Negócios da Unisinos. Professor de Direito Ambiental na Feevale. Autor de livros sobre Direito Ambiental, capítulos de livros e artigos científicos. Advogado.

E-mail: andrerw@feevale.br.

### **Andressa Kerschner**

Graduanda em Direito pela Universidade Feevale. Bolsista de Iniciação Científica do Projeto de Pesquisa Fapergs: Inteligência Artificial e Sociedade de Algoritmos.

E-mail: andressakerschnerr@gmail.com.

### **Camilo Stangherlim Ferraresi**

Pós-doutorando em Direito na Universidade do Minho (Braga – Portugal), Doutor em Direito na Universidade do Vale do Rio dos Sinos

(Unisinos – São Leopoldo – RS). Professor e Coordenador do Curso de Direito das Faculdades Integradas de Bauru (FIB). Investigador Integrado Doutorado, no âmbito das atividades do E-Tec, JusGov – Escola de Direito da Universidade do Minho.

E-mail: [camilostangherlimferraresi@gmail.com](mailto:camilostangherlimferraresi@gmail.com).

### **Cleide Calgato**

Doutora em Ciências Sociais, em Filosofia e em Direito. Pós-Doutora em Filosofia e em Direito. Atualmente é Professora da Graduação e Pós-Graduação – Mestrado e Doutorado – em Direito na Universidade de Caxias do Sul – UCS. É Líder do Grupo de Pesquisa “Metamorfose Jurídica”. Membro do Comitê Assessor de Ciências Humanas e Sociais da Fapergs: Membro Titular (2019-2022/2022 2024). Presidente do Conselho Consultivo Internacional da Escuela Interdisciplinar de Derechos Fundamentales Praeeminentia Iustitia – Perú. Socióloga, Pedagoga e Psicanalista.

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1840-9598>.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8547639191475261>.

E-mail: [ccalgato1@hotmail.com](mailto:ccalgato1@hotmail.com).

### **Danielle Paula Martins**

Doutora em Qualidade Ambiental pela Feevale. Docente e Pesquisadora no Programa de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental da Universidade Feevale. Coordenadora do Laboratório de Vulnerabilidades, Riscos e Sociedade – LaVuRS.

E-mail: [daniellepm@feevale.br](mailto:daniellepm@feevale.br).

### **Demétrio Beck da Silva Giannakos**

Doutorando em Direito (bolsista Capes pela Unisinos). Mestre em Direito pela Unisinos. Especialista em Direito Internacional pela UFRGS, Advogado.

### **Flávia Trentini**

Professora Associada do Departamento de Direito Privado e de Processo Civil da Faculdade de Direito de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (USP) e do Programa de Mestrado da mesma instituição. Possui doutorado em Direito pela Universidade de São Paulo, Pós-doutorado realizado na Scuola Superiore Sant’Anna di Studi Universitari e Perfezionamento (SSSUP) Pisa-Itália, com bolsa Fapesp e Pós-Doutorado em Administração/Economia das Organizações (FEA/USP). É Livre Docente em Direito Agrário pela FDRP-



-USP (2018). Atua na área de Direito Privado, com ênfase em Direito Agroambiental e Direito Agroalimentar. Realiza atividades de pesquisa e de extensão principalmente ligadas aos temas: desenvolvimento rural sustentável, biocombustíveis, propriedade industrial e alimentação.

### **Gabriel Wedy**

Juiz Federal, membro do grupo de trabalho “Observatório do Meio Ambiente e das Mudanças Climáticas”, do CNJ. Professor do PPG em Direito da Universidade do Vale do Rio dos Sinos. Pós-doutor, Doutor e Mestre em Direito. Visiting Scholar pela Columbia Law School e pela Universität Heidelberg. Integrante da IUCN World Commission on Environmental Law (WCEL). Vice-Presidente do Instituto O Direito Por um Planeta Verde. Ex-Presidente da Associação dos Juizes Federais do Brasil (Ajufe).

### **Gabrielle Bezerra Sales Sarlet**

Doutora em Direito pela UNIA – Universidade de Augsburg, Alemanha. Pós-Doutorado em Direito pela Universidade de Hamburgo, Alemanha, e pela PUCRS. Mestre em Direito pela UFC – Universidade Federal do Ceará, e especialista em neurociências e ciências do comportamento pela PUCRS. Atualmente, é professora dos cursos de graduação, mestrado e doutorado (PPGD) em Direito da PUCRS. Advogada e consultora jurídica. Presidente da regional do Rio Grande do Sul da Sociedade Brasileira de Bioética – SORBI. Pesquisadora Produtividade CNPQ.

### **Haide Maria Hupffer**

Pós-Doutora e Doutora em Direito pela Unisinos. Docente e Pesquisadora no Programa de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental da Universidade Feevale e do Curso de Direito. Líder do Grupo de Pesquisa CNPq/Feevale “Direito e Desenvolvimento”. Líder do Projeto de Pesquisa CNPq/Feevale “Inteligência Artificial para um Futuro Sustentável: Desafios Jurídicos e Éticos”.

E-mail: haide@feevale.br.

### **Ingo Wolfgang Sarlet**

Doutor em Direito pela Universidade de Munique, Alemanha, onde também realizou estudos em nível de pós-doutorado. Professor Titular (equivalente a Catedrático na Europa) e Coordenador do Mes-

trado e Doutorado em Direito da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. Advogado e parecerista.  
E-mail: ingo.sarlet@pucrs.br.

### **Isabel Celeste Fonseca**

PhD degree in Public Law at Law Faculty of University of Coimbra. Professor at University of Minho Law School and Director of Administrative LawMaster. Researcher at JusGov, Center for Research in Justice and Governance, University of Minho Law School. Member of the editorial board of the magazine: *Cadernos de Justiça Administrativa e Questões Actuais de Direito Local*.  
E-mail: isabel.uminho@gmail.com.

### **Isabel Pinheiro de Paula Couto**

Mestre em Direito pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Atua na área de direito, com ênfase em direito ecológico, principalmente nas seguintes temáticas: Direito Ecológico, Geodireito e Sustentabilidade. É pesquisadora colaboradora do Harmony with Nature Knowledge Network Experts, ONU. Integrante do Grupo de Pesquisa Direito Ambiental e Ecologia Política na Sociedade de Risco – GPDA/UFSC (CNPq).  
E-mail: isa.ppc@gmail.com.

### **José Rubens Morato Leite**

Professor Doutor Titular da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), membro da Academia de Direito Ambiental da IUCN, Coordenador do Grupo de Pesquisa Direito Ambiental e Ecologia Política na Sociedade de Risco – GPDA/UFSC (CNPq). Pesquisador de Bolsa de Produtividade do CNPq 1C e Capes.  
E-mail: moratoleite@yahoo.com.br.

### **Kleber Isaac Silva de Souza**

Doutor em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Mestre em Engenharia Civil, Especialista em Legislação Ambiental e Meio Ambiente, Engenheiro Civil e Bacharel em Direito. Atua nas áreas de Direito Ambiental, geoprocessamento, perícia ambiental e avaliação de impactos ambientais. É Analista Ambiental do Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (Ibama) e leciona em cursos de pós-graduação.  
E-mail: kleber\_i@yahoo.com.

**Laura Eduarda da Silva Barbieri**

Bacharela em Direito pela Universidade Feevale. Pós-graduanda em Direito Empresarial pela Faculdade Legale Educacional. Advogada.  
E-mail: [barbierilaura1@outlook.com](mailto:barbierilaura1@outlook.com).

**Lenio Luiz Streck**

Doutor em Direito pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) com pós-doutorado pela Faculdade de Direito da Universidade de Lisboa (FDUL). Professor titular da Universidade do Vale do Rio Sinos (Unisinos/RS) e da Universidade Estácio de Sá (Unesa/RJ). Coordenador do Dasein – Núcleo de Estudos Hermenêuticos.  
Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-8267-7514>.  
E-mail: [lenios.1@lwmail.com.br](mailto:lenios.1@lwmail.com.br).

**Luã Nogueira Jung**

Doutor e mestre em Filosofia pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS). Pós-doutorando em Direito Público pela Universidade do Rio dos Sinos (Unisinos). Membro do Dasein – Núcleo de Estudos Hermenêuticos. Advogado.  
Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-5759-8945>.  
E-mail: [lnogueirajung@gmail.com](mailto:lnogueirajung@gmail.com).

**Micaele de Vasconcelos Correa**

Mestranda em Direito pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Unisinos), com concessão de bolsa CAPES/Proex. Integrante do Grupo de Pesquisa “Direito, Risco e Eco-complexidade” (CNPq), com coordenação do professor Dr. Delton Winter de Carvalho. Analista Jurídica de Políticas Públicas do RS, lotação na Procuradoria Geral do Estado (PGE). Advogada. Integrante da Comissão de Defesa do Meio Ambiental da OAB, subseção Novo Hamburgo/RS.  
E-mail: [micaelevc@edu.unisinos.br](mailto:micaelevc@edu.unisinos.br).

**Patrícia Iglecias**

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 Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB).

### **Pedro Agão Seabra Filter**

Bolsista pela PROEX/CAPES. Doutorando em Direito pela PUCRS. Mestre em Direito PUCRS. Especialista em Direito Público pela PUCRS. Graduado em Direito pela PUCRS. Advogado.

E-mail: pedro.filter@edu.pucrs.br.

### **Priscila Anselmini**

Residência Pós-Doutoral em andamento – Direito Tributário – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS); Doutora em Direito – Unisinos, com período de pesquisa na Facultad de Derecho da Universidad de Sevilla/Espanha; Mestre em Direito Público – Unisinos; Especialista em Direito Público – ESMAFE/RS; Advogada Tributarista.

E-mail: prisci.anselmini@yahoo.com.br.

### **Rafael Pergher de Souza**

Graduando em Direito pela Universidade Feevale. Pesquisador em Direito Ambiental pela Universidade Feevale.

E-mail: rafaelpergherdesouza@gmail.com.

### **Roselaine Carvalho Rocha**

Mestranda em Direito Público pelo Programa de Pós-graduação em Direito – Unisinos; Pós-graduada em Direito Empresarial e Tributário. Pós-graduanda em Direito Público, pela Esmafe/RS, Graduada em Direito pela Scholl Business IBGEN.

E-mail: rocha.rradv@gmail.com.

### **Talissa Truccolo Reato**

Pós-Doutoranda PDPG/Capes no PPGCTA da UFFS (2023-). Doutora em Direito pelo PPGD da Universidade de Caxias do Sul (2019/2021). Bolsa Prosup/Capes durante o Doutorado. Mestra em Direito pelo PPGD da Universidade de Passo Fundo (2016/2018). Bolsa Prosup/Capes durante o Mestrado. Realizou estância de pesquisa (atividades docentes e investigatórias) na Faculdade de Direito da Universidade de Sevilla – Espanha (2017). Graduada em Direito pela Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (2009/2014). Advogada (2014 – atual). Professora do Curso de Direito da Universidade de Passo Fundo (2022-atual.)

E-mail: talissareato@upf.br.

### **Têmis Limberger**

Doutora em Direito pela Universidade Pompeu Fabra (Barcelona), estudos pós-doutorais pela Universidade de Sevilha, mestra e graduada pela UFRGS, professora no PPGD Unisinos, advogada, procuradora de justiça aposentada.

### **Vanessa Ferrari**

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.

### **Wilson Engelmann**

Doutor e Mestre em Direito Público, Programa de Pós-Graduação em Direito da Universidade do Vale do Rio dos Sinos – Unisinos, Brasil; realizou Estágio de Pós-Doutorado em Direito Público-Direitos Humanos, no Centro de Estudios de Seguridad (CESEG) da Universidade de Santiago de Compostela, Espanha; Professor e Pesquisador do Programa de Pós-Graduação em Direito – Mestrado e Doutorado e do Mestrado Profissional em Direito da Empresa e dos Negócios, ambos da Unisinos; Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq; Líder do Grupo de Pesquisa JusNano.

E-mail: wengelmann@unisinos.br.



## Índice remissivo

### A

Ação Civil Pública 74, 76, 78, 91, 192  
Accountability 50, 109, 182, 195  
Acesso à Justiça Ambiental 301, 302, 306, 314, 317  
Adaptação climática 18, 19, 20, 21  
ADPF 708 37, 42, 44  
ADPF 760 42, 53  
Agenda 2030 31, 82, 110, 125, 126, 131, 137, 139, 140, 149, 164, 165, 265, 271, 283, 295, 332  
Agricultura sustentável 153  
AI for the Planet Alliance 29, 30  
Algoritmização 172, 182, 232  
Allan Turing 64  
Amazônia 1 44  
Análise do Custo-Benefício 23  
Análise preditiva 122, 161, 178  
Aquecimento global 6, 10, 13, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 27, 31, 36, 37, 43, 262, 354  
Artificialização da inteligência 182

### B

Benefícios da Inteligência Artificial 97, 235

### C

Centralidade no humano e não na máquina 291, 294  
Cibersegurança 183  
Cidades do futuro ecologicamente sustentáveis 6, 10, 119, 126  
Combate às mudanças climáticas 21, 23, 42  
Council Recommendation on Artificial Intelligence 146  
crise climática 17, 19, 23, 27, 29, 252, 253, 347

### D

Data center/Data centers 102, 103, 105

Decisão maquina na área da saúde 190  
Deep machine learning 88  
Descarbonização 22, 32, 154, 339, 342, 343, 346, 347, 348, 349, 350, 351, 353, 356  
Destination Earth 19  
Dimensões da sustentabilidade 286  
Direito à cidade 6, 10, 119, 120, 122, 123, 124, 125, 126, 133, 136, 137, 138, 139  
Direito ecológico 73, 75, 77, 78, 80, 86, 362  
Discrecionabilidade 66, 69, 278, 295  
Dualidade entre o bem e o mal 157

## **E**

Ecologização do Direito 77, 94  
Economia do cuidado 327  
Ecossistema digital 17  
Eficiência energética 21, 22, 24  
Embalagens sustentáveis para alimentos 223  
Emergência climática 24, 36, 253, 262, 263, 264  
Emergência climática global 24  
Emissão/emissões de carbono 27, 127, 207, 332, 333, 343, 350, 356, 357  
emissão de gases de efeito estufa 104, 346  
Emissão/emissões de gases de efeito estufa 18, 19, 22, 25, 30, 43, 97, 104, 115,  
119, 162, 339, 341, 342, 347, 346, 353  
Energias renováveis 21, 35, 103, 151, 327, 340, 346, 348, 355  
Enfrentamento à desinformação 263  
Ética by default 183  
Ética by design 183  
Ética da Inteligência Artificial 108, 109, 116, 198  
Evento climático extremo 26  
Extrafiscalidade 7, 11, 319, 320, 321, 322, 323, 324, 325, 328, 329, 331, 333, 334,  
335, 337, 339, 341, 346, 348, 349, 351, 352, 353, 354, 355

## **F**

Fake news ambientais 251, 252, 254, 259, 262, 264, 267, 268, 269  
FireAId 20  
First Global Report of Environmental Rule of Law 42  
Fundo Nacional sobre Mudança do Clima 42, 44  
Futuro mais resiliente 23, 30

## **G**

Geodireito 6, 10, 11, 73, 74, 75, 80, 81, 82, 83, 84, 86, 89, 90, 91, 92, 95, 362  
Geoinformações 83  
Governança algorítmica 127, 176, 182, 183, 188, 189  
Governança participativa 134, 135, 136



**I**

IA confiável 178, 179  
 IA generativa 99, 151, 178  
 IA robusta 178, 179  
 IA verde 110  
 IA vermelha 110  
 Impacto nos direitos fundamentais 147  
 Impactos ambientais negativos gerados pela Inteligência Artificial 99  
 Imposto Verde 351  
 Infodemia 254, 257, 258, 270, 271  
 Inteligência Artificial Generativa 98, 102  
 Inundações 19, 26, 27, 28, 254  
 IPCC 36, 41, 50, 101, 113, 133, 139, 253, 271

**J**

Jurisdição ambiental 7, 11, 301, 302, 307, 308, 309, 310, 311, 312, 313, 314, 315, 316

**L**

Litígios climáticos 30, 33

**M**

machine learning 17, 33, 51, 88, 103, 104, 142, 154, 155, 167, 180, 187, 194, 236, 237, 281, 357, 368  
 Métodos de monitoramento e medição de fenômenos ambientais 30  
 Mitigação climática 19, 30, 253  
 Modelização preditiva 21

**N**

Negacionismo climático 252, 261

**O**

Observatório Internacional das Emissões de Metano 17  
 OCDE 109, 146, 190, 196, 289, 332, 346, 356  
 ODS 31, 110, 125, 126, 131, 148, 151, 152, 153, 156, 160, 265, 272, 283

**P**

Pegada de carbono 102, 103, 104, 105, 108, 343, 345, 353, 354, 356  
 Pegada do carbono da inteligência artificial 340, 341, 345, 352, 353, 354  
 Planeta Sustentável na Era Digital 18  
 Plano de Ação para a Economia Circular 202, 207, 208, 227  
 Plataformização 172  
 PL n. 2338/2023 44

Política climática 42  
Previsão e prevenção de incêndios florestais 19  
Princípio da precaução 24, 46, 54, 114

## **R**

Realismo jurídico 2.0 59, 60  
Realismo jurídico high-tech 60  
Reasoning and Decision Making 154  
Redução do efeito estufa 24  
Regulamentação da IA 45, 188, 196  
Resiliência 19, 22, 23, 24, 25, 27, 28, 29, 30, 31, 43, 121, 122, 126, 131, 132, 133, 135, 136, 138, 290

## **S**

Saúde digital 173, 175, 174, 176, 184, 186, 187, 192, 195  
Segurança em IA 179, 180  
Sensoriamento remoto 74, 81, 82, 86, 87, 88, 91  
Sistema de responsabilização jurídica 20  
Smart Cities 6, 10, 83, 119, 120, 121, 122, 125, 126, 128, 133, 134, 135, 137, 138, 139, 140, 151, 164  
Soluções éticas alimentadas por Inteligência Artificial 108  
Sustentabilidade como princípio jurídico 286  
Sustentabilidade ecológica no Direito 77, 78

## **T**

Tecnoautoritarismo 172  
Transição Verde 21

## **U**

Uso responsável da IA 21





## ORGANIZADORES:

**GABRIEL WEDY:** Juiz Federal, membro do grupo de trabalho “Observatório do Meio Ambiente e das Mudanças Climáticas”, do CNJ, Professor do PPG em Direito da Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Pós-doutor, Doutor e Mestre em Direito, Visiting Scholar pela Columbia Law School e pela Universität Heidelberg, integrante da IUCN World Commission on Environmental Law (WCEL), Vice-Presidente do Instituto O Direito Por um Planeta Verde e Ex-Presidente da Associação dos Juizes Federais do Brasil (Ajufe).

**HAIDE MARIA HUPFFER:** Pós-Doutora em Direito pela Unisinos. Doutora e Mestre em Direito pela Unisinos; Docente e Pesquisadora no Programa de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental e no curso de Direito da Universidade Feevale. Líder do Grupo de Pesquisa Direito e Desenvolvimento CNPq/Feevale. Coordenadora do Projeto “Inteligência Artificial no Sul Global: Regulação, Riscos Discriminatórios, Governança e Responsabilidades” financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (Fapergs).

**ANDRÉ RAFAEL WEYERMÜLLER:** Pós-doutor em Direito pela PUC-Rio, pela URI Santo Ângelo e pela UCS Caxias do Sul. Pós-doutorando na PUCRS. Doutor em Direito pela Unisinos. Mestre em Direito Público pela Unisinos. Especialista em Direito Ambiental pela Feevale. Bacharel em Ciências Jurídicas e Sociais pela Unisinos. Professor no mestrado em Qualidade Ambiental da Universidade Feevale. Professor no mestrado em Direito da Empresa e dos Negócios da Unisinos. Professor de Direito Ambiental na Feevale. Autor de livros sobre Direito Ambiental, capítulos de livros e artigos científicos. Advogado. E-mail: andrerw@feevale.br.



