



INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E QUESTÕES CLIMÁTICAS

16

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E O DEVER CONSTITUCIONAL DE PROTEGER O AMBIENTE: A RESPONSABILIDADE POR INÉRCIA TECNOLÓGICA DO ESTADO BRASILEIRO

Vanessa Carolina Fernandes Ferrari

Doutora em Direito Civil pela USP. Juíza de Direito em São Paulo.

Resumo

O artigo analisa o paradoxo ambiental da Inteligência Artificial no contexto jurídico brasileiro. A IA, enquanto Tecnologia de Propósito Geral do século XXI, possui dupla face: constitui ferramenta poderosa para tutela ambiental, ampliando capacidades humanas de monitoramento, previsão e proteção da biodiversidade, mas simultaneamente gera impactos ecológicos significativos. A desconstrução do termo “Inteligência Artificial” revela sua materialidade oculta, evidenciando custos ambientais substanciais em seu ciclo de vida completo – desde a extração de minerais raros até o consumo intensivo de energia e água pelos data centers, além da geração de resíduos eletrônicos. O trabalho aborda aplicações positivas, que expandem a visão, audição e análise preditiva para proteção ambiental. Na Amazônia especificamente, o Brasil protagoniza uma revolução tecnológica através do INPE, com sistemas

como PRODES (monitoramento anual de desmatamento desde 1988) e DETER (alertas em tempo quase real), além de projetos inovadores como PrevíSA (que prevê desmatamento com 12 meses de antecedência). Essas ferramentas conferem ao Estado um “novo olhar digital” sobre o bioma, permitindo ação preventiva e fundamentando políticas públicas. Em contrapartida, detalha impactos negativos: emissões de gases de efeito estufa, consumo hídrico elevado, obsolescência programada de hardware e devastação causada pela mineração. Fundamentado no artigo 225 da Constituição Federal, o artigo defende que o Poder Público possui dever constitucional agravado, que transcende o controle de danos, impondo utilização ativa da IA para efetivação da tutela ambiental. Propõe-se a criação de um Estatuto Jurídico da IA Ambiental, estabelecendo Avaliação de Impacto Ambiental para data centers, padrões de Green AI e aplicação do Princípio do

Protetor-Recebedor. A tese central sustenta que a omissão estatal em adotar tecnologias disponíveis configura responsabilidade por inércia tecnológica, violando o padrão mínimo de diligência ambiental exigido na era digital.

Palavras-chave: Inteligência Artificial; Direito Ambiental; Sustentabilidade Digital; Responsabilidade Estatal; Dever de Cuidado Agravado

Abstract

This article analyzes the environmental paradox of Artificial Intelligence (AI) within the Brazilian legal context. As a General Purpose Technology, AI serves as a powerful tool for environmental protection, exemplified by Amazon monitoring systems developed by INPE (PRODES, DETER, and PrevisIA), yet simultaneously generates significant ecological impacts through intensive resource consumption and electronic waste. Grounded in Article 225 of the Federal Constitution, it argues that the Public Power holds an aggravated duty of care, wherein the failure to adopt such technologies constitutes liability due to technological inertia. The study proposes the creation of a Legal Statute for Environmental AI, establishing Environmental Impact Assessments for data centers and Green AI standards, aiming to harmonize digital innovation with ecological sustainability.

Keywords: Artificial intelligence, Environmental law, Digital sustainability.

Recebido em: Outubro de 2025

Aprovado em: Novembro de 2025

Introdução

A ascensão da Inteligência Artificial (IA) representa um ponto de inflexão na história da tecnologia, comparável em sua magnitude disruptiva à introdução das máquinas a vapor durante a Revolução Indus-

trial. Assim como no passado, em que o otimismo tecnológico foi confrontado por acidentes devastadores e incertezas jurídicas, a IA do século XXI emerge como um artefato de dupla face.

Este artigo explora o paradoxo central desta nova era: a mesma tecnologia que oferece ferramentas de precisão e eficiência sem precedentes para a tutela da sustentabilidade ambiental é, simultaneamente, geradora de impactos ecológicos significativos e de novas e sutis formas de poluição.

A presente análise está estruturada para descontruir as complexidades que envolvem a IA e sua relação com o meio ambiente. Iniciaremos por desmistificar o próprio conceito de “Inteligência Artificial”, demonstrando como a imprecisão do termo obscurece sua natureza material e seus custos tangíveis. Em seguida, a IA será contextualizada como a mais recente Tecnologia de Propósito Geral (TPG), aplicando a teoria da “destruição criativa” de Schumpeter para compreender suas profundas implicações sociais e jurídicas. A investigação prosseguirá explorando como a IA pode ampliar as competências humanas de visão, audição e análise preditiva para a proteção da biodiversidade e prevenção de desastres. Contudo, em contraponto, detalharemos os impactos ambientais negativos de seu ciclo de vida, desde a extração de recursos até o consumo intensivo de energia e a geração de resíduos. Por fim, discutiremos o dever fundamental do Poder Público, fundamentado no art. 225 da Constituição Federal, não apenas de regular os riscos da IA, mas de utilizá-la de forma eficiente para cumprir seu mandato de proteção ambiental para as presentes e futuras gerações.

Para navegar por este cenário multifacetado, é necessário, antes de tudo, desmistificar a própria nomenclatura que define esta revolução, questionando

nando o que de fato se entende por “Inteligência Artificial”.

1. IA: Nem Inteligente, Nem Artificial

A desconstrução do termo “Inteligência Artificial” não é um mero exercício semântico, mas um ponto de partida estratégico para uma análise jurídica e ambiental rigorosa. A imprecisão linguística, ao antropomorfizar a tecnologia, gera uma percepção equivocada de sua natureza, obscurecendo seu funcionamento puramente algorítmico e, de forma significativa, seus custos ambientais e sociais tangíveis. Essa denominação contribui para uma visão quase mitológica, comprometendo a qualidade do debate regulatório e dificultando a elaboração de marcos normativos eficazes.

Primeiramente, a IA não é “inteligente” no sentido humano. Os sistemas de IA não possuem consciência, discernimento ou capacidade de reflexão. Operam com base em modelos estatísticos e algoritmos programados para identificar padrões em vastos conjuntos de dados e executar tarefas específicas. Como adverte a pesquisadora Lucia Santalla (2023, p. 90), há uma confusão recorrente entre competência técnica e inteligência genuína. Um sistema que automatiza uma tarefa com eficiência não pensa nem reflete; ele apenas executa um conjunto de instruções matemáticas, confundindo competência com consciência.

Em segundo lugar, a IA também não é puramente “artificial”. Essa noção mascara a profunda materialidade da tecnologia, pois a imagem de sustentabilidade associada à IA é, na verdade, uma miragem – uma ‘ilusão do verde’ que oculta seu custo ambiental e social. Expressões como “computação em nuvem”, por exemplo, evocam uma imagem etérea e imaterial, quando, na realidade, a infraestrutura da IA é massiva e ávida por recursos. Ela depende de uma

vasta rede global de data centers, que consomem energia em escala comparável a países inteiros; da extração intensiva de recursos naturais finitos, como lítio e cobalto, para a fabricação de hardware, causando devastação em ecossistemas como o “Triângulo do Lítio” na América do Sul; e de um consumo alarmante de água para o resfriamento de servidores. A IA é, portanto, um artefato profundamente entrelaçado com o planeta, consumindo-o de formas menos visíveis, mas não menos destrutivas.

Compreender a natureza material e o poder transformador da IA é o primeiro passo para analisá-la corretamente como a mais recente Tecnologia de Propósito Geral, cujo impacto redefine as estruturas econômicas e sociais de nosso tempo.

2. A IA como Tecnologia de Propósito Geral (TPG) do Século XXI

A Inteligência Artificial desponta como a Tecnologia de Propósito Geral (TPG) definidora da Quarta Revolução Industrial. Assim como a eletricidade transformou a produção e a vida urbana e a computação redefiniu o trabalho e a comunicação, a IA está reconfigurando a economia global e as relações sociais, operando sobre um novo eixo: a informação. Enquanto as revoluções anteriores se concentraram na transformação de energia e materiais, a era atual se define pela capacidade algorítmica de converter dados em conhecimento açãoável e valor econômico.

A teoria da “destruição criativa” de Joseph Schumpeter (1949) oferece um arcabouço teórico robusto para compreender o advento da IA. Segundo Schumpeter, o motor do desenvolvimento econômico não é a otimização de processos existentes, mas a inovação disruptiva que desestabiliza o equilíbrio vigente. A IA, como as TPGs¹ que a precederam,

1 A centralidade da inovação para compreender TPGs foi recentemente enfatizada por Schumpeter (1949).

não apenas cria indústrias e oportunidades, mas também torna obsoletas estruturas econômicas, sociais e, consequentemente, jurídicas. A história demonstra que cada avanço tecnológico, das locomotivas a vapor aos automóveis, exigiu uma reformulação das normas de responsabilidade civil para lidar com novos riscos e danos. A IA, com sua complexidade e opacidade, impõe um desafio semelhante, forçando o Direito a se adaptar para equilibrar o incentivo ao progresso com a proteção das vítimas de danos ambientais.

Essa adaptação jurídica não é um fenômeno novo. A história da Revolução Industrial oferece um paralelo instrutivo, notadamente na jurisprudência francesa, que se viu forçada a reinterpretar seu Código Civil de 1804 para lidar com os acidentes causados pelo maquinário. A transformação começou com o caso Teffaine (1896)², no qual a Corte de Cassação, diante da explosão de uma caldeira, introduziu a noção de risco, afastando a necessidade de provar a culpa do proprietário da máquina. A evolução culminou com o caso Jand'heur (1930)³, que consolidou a respon-

temente reforçada pela outorga do Prêmio Nobel de Economia de 2025 a Joel Mokyr (Northwestern University), Philippe Aghion (Collège de France/INSEAD/LSE) e Peter Howitt (Brown University), "por explicarem o crescimento econômico impulsionado pela inovação". Mokyr demonstrou – com base em história econômica – que o crescimento sustentado depende de um "complexo" de conhecimento útil, competência mecânica e instituições abertas à mudança, elementos que criam um ambiente favorável para que novas TPGs se difundirão em ondas sucessivas. Aghion e Howitt formalizaram, em chave schumpeteriana, a teoria do crescimento endógeno por "destruição criativa", mostrando como a concorrência e os incentivos à P&D fazem com que novas tecnologias substituam as antigas, gerando ganhos agregados de produtividade a partir de dentro do sistema econômico – e não como choques externos. Esse arcabouço ilumina a IA como TPG: ao reconfigurar setores inteiros por meio de ciclos rápidos de substituição tecnológica, a IA altera estruturas produtivas, padrões de emprego e arranjos regulatórios, exigindo do Direito Ambiental instrumentos para direcionar (e não apenas "reagir a") a trajetória técnica no sentido da sustentabilidade.

2 Disponível em <https://www.courdecassation.fr/decision/6079411c9ba5988459c406e5> Acesso 31 jan. 2025.

3 A resposta da Corte de Cassação estabeleceu princípios fundamentais para a responsabilidade civil. Primeiramente, a Corte

sabilidade objetiva por danos causados por objetos sob guarda, como os automóveis, estabelecendo um importante precedente que hoje ecoa no desafio imposto pela IA.

É precisamente neste ponto que a análise se aprofunda: como essa TPG, em seu aspecto mais promissor, pode ser instrumentalizada para ampliar as capacidades humanas na tutela do meio ambiente.

3. A Ampliação das Capacidades Humanas na Tutela Ambiental

A Inteligência Artificial posiciona-se como uma ferramenta de extraordinário potencial para expandir as habilidades humanas de visão, audição e análise preditiva, aplicando-as à proteção ambiental. Essa sinergia, descrita metaforicamente por Luciano Floridi como o "casamento entre o verde dos habitats e o azul das tecnologias digitais"⁴, transforma a IA em um instrumento que amplia nossas capacidades naturais para proteger o planeta. Ela funciona como uma rede neural que permite analisar, em minutos, milhões de pixels de imagens de satélite, substituindo o trabalho que milhares de olhos humanos levariam anos para realizar.

dispôs que a responsabilidade pelo dano causado por um objeto sob a guarda de alguém só pode ser refutada por meio da prova de força maior, caso fortuito ou por uma causa externa não atribuível ao guardião. A simples demonstração de ausência de culpa não era suficiente para eximir o guardião de responsabilidade. Além disso, a decisão destacou que a lei não faz distinção se o objeto causador do dano era operado manualmente ou se possuía um defeito inerente à sua natureza. Essencialmente, a responsabilidade é atribuída ao indivíduo que detém a guarda do objeto, e não às características do objeto em si.

4 Nesse sentido, Floridi (2020, p. 30): "O casamento entre a natureza (*phusis*) e a tecnologia (*techne*) é vital para a prosperidade do planeta, dos seus habitantes e, por conseguinte, de todas as sociedades. Hoje, as soluções encontradas pela boa política, para conceber e realizar o projeto humano de uma sociedade da informação madura, devem ser simultaneamente verdes (economia e política ambiental e cultural) e azuis (economia digital e política da informação)." (Tradução livre).

Na tutela da biodiversidade, a IA já demonstra resultados concretos e impactantes. Ferramentas como o MapBiomass⁵ utilizam algoritmos para processar milhões de imagens de satélite, mapeando o uso e a ocupação do solo em todo o território brasileiro e permitindo a identificação de focos de desmatamento com uma precisão e velocidade antes inatingíveis. No ambiente marinho, o projeto Whale Safe⁶ emprega microfones subaquáticos e IA para detectar os sons de baleias, alertando navios próximos para evitar colisões fatais. Da mesma forma, o Global Fishing Watch⁷ analisa sinais de GPS e padrões de navegação para identificar embarcações envolvidas em pesca ilegal em tempo real, protegendo ecossistemas marinhos vulneráveis.

No campo da prevenção de desastres e mudanças climáticas, a IA oferece capacidades preditivas revolucionárias. Modelos como o DeepCube analisam dados históricos e climáticos para prever migrações e riscos de incêndios florestais. O modelo Graph-Cast, uma inovação da DeepMind, demonstrou previsões mais precisas do que os sistemas meteorológicos tradicionais na previsão de eventos climáticos extremos, aprimorando a antecipação de furacões e inundações.

5 Disponível em MapBiomass Brasil. <https://brasil.mapbiomas.org/> Acesso em 30.03.2024

6 Os microfones foram instalados no fundo do mar para detectar as canções das baleias. Quando um sinal é detectado, é transmitido para uma boia e a um satélite que depois o transmite para navios na proximidade. A espécie é identificada utilizando um sistema de Inteligência Artificial. Com isso, foi possível automatizar a detecção de sons do animal no Mar Salish, no Pacífico Norte, alertando os barcos da presença das espécies e eventual mudança do rumo, evitando colisões entre os navios e os cetáceos. Também na prevenção de colisões entre navios mercantes e os cetáceos está o projeto Whale Safe, no qual investigadores de várias universidades e organizações americanas desenvolveram em conjunto uma ferramenta e um sistema de alerta baseado na web para alertar os barcos para a presença de baleias e reduzir sua velocidade, evitando colisões fatais.

7 Disponível em <https://globalfishingwatch.org/fact-sheet/vessel-viewer-ensuring-data-and-intelligence-led-fisheries-monitoring-and-management/> Acesso em 15.01.2025.

O Brasil tem protagonizado uma verdadeira revolução tecnológica na tutela ambiental da Amazônia, materializando o potencial teórico da IA em instrumentos concretos de proteção do maior bioma tropical do planeta. Esta experiência nacional demonstra que a ampliação das capacidades humanas pela tecnologia não é mera abstração futurista, mas realidade jurídico-operacional que já produz efeitos mensuráveis na salvaguarda do patrimônio ambiental brasileiro.

O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) lidera essa transformação através de sistemas que conferem ao Estado brasileiro um “novo olhar digital” sobre a Amazônia. O PRODES, operacional desde 1988, exemplifica como a IA transforma dados brutos de satélite em informação juridicamente relevante, gerando relatórios anuais que fundamentam políticas públicas e subsidiam instrumentos jurídicos como a Moratória da Soja e os Termos de Ajustamento de Conduta no setor pecuário⁸. Complementarmente, o sistema DETER representa a materialização do princípio da prevenção no Direito Ambiental, fornecendo alertas em tempo quase real que permitem ao IBAMA e outros órgãos fiscalizadores agir tempestivamente contra ilícitos ambientais em formação.

A capacidade preditiva da IA encontra na Amazônia brasileira aplicação paradigmática. Um estudo científico auxiliado por algoritmos de aprendizado de máquina identificou aproximadamente 3,46 milhões de quilômetros de estradas não oficiais na Amazônia Legal – vias clandestinas que constituem vetores primários de degradação florestal (Botelho et al. 2022, 17p.). Esta descoberta alimenta a plataforma PrevisIA⁹, que demonstrou eficácia notável ao con-

8 Disponível em PRODES – Coordenação-Geral de Observação da Terra (inpe.br) Acesso em 30.03.2024

9 Disponível em PrevisIA | Fazer do futuro sustentável a nossa única previsão. <https://previsia.org.br/> Acesso em 30.05.24

centrar 75% do desmatamento observado em um raio de até 4 km dos pontos de risco identificados, transformando big data em inteligência acionável para o Poder Público. Assim, empregando variáveis de risco pode prever onde a floresta amazônica tem maior probabilidade de ser desmatada, permitindo que o Poder Público direcione ações de fiscalização de forma mais eficiente.

No âmbito do controle jurisdicional e da governança ambiental, a IA tem revolucionado a capacidade fiscalizatória do Estado brasileiro. O Poder Judiciário, através do SireneJud do CNJ, integra dados processuais com informações geoespaciais do PRODES, criando uma visão holística que permite aos magistrados fundamentar suas decisões em evidências objetivas e atualizadas. O Supremo Tribunal Federal, no julgamento da ADPF 743/DF, reconheceu a importância dessa infraestrutura tecnológica ao tornar obrigatório o uso do Sistema Nacional de Controle da Origem dos Produtos Florestais (Sinaflor), de modo que o Poder Judiciário fortalece o monitoramento e a fiscalização do desmatamento, assegurando maior controle sobre a retirada da vegetação nativa ou exótica.

O Tribunal de Contas da União exemplifica a aplicação da IA no controle externo através da plataforma GeoControle¹⁰, que emprega algoritmos de reconhecimento automatizado para fiscalizar obras de infraestrutura em áreas sensíveis da Amazônia. Esta ferramenta materializa o princípio constitucional da eficiência administrativa, permitindo que um número limitado de auditores monitore empreendimentos em escala continental com precisão cirúrgica.

A experiência amazônica brasileira demonstra que a IA não apenas amplia nossas capacidades sensoriais e analíticas, mas reconstrói a própria arquite-

tura jurídico-institucional de proteção ambiental. Ao transformar pixels em provas, padrões em predições e dados em decisões juridicamente vinculantes, a tecnologia estabelece novo paradigma para o cumprimento do dever constitucional de defesa do meio ambiente ecologicamente equilibrado, previsto no artigo 225 da Carta Magna.

Esta realidade operacional na Amazônia comprova que o “casamento entre o verde e o azul” descrito por Floridi já celebrou suas núpcias no ordenamento jurídico brasileiro, gerando frutos concretos na forma de sistemas integrados que protegem nosso patrimônio natural com eficácia sem precedentes. A questão que se coloca não é mais se devemos empregar a IA na tutela ambiental, mas como aperfeiçoar continuamente essa simbiose tecnológica para enfrentar os desafios crescentes da crise climática e da perda de biodiversidade.

Contudo, a mesma tecnologia que viabiliza esses avanços gera, paradoxalmente, impactos negativos significativos, revelando a outra face da sua relação com o meio ambiente.

4. O Paradoxo Ambiental: Os Impactos Negativos da IA

O paradoxo ambiental que define a Inteligência Artificial contemporânea configura-se como um dos desafios mais complexos e urgentes da tutela ecológica no século XXI. Sob a superfície reluzente da inovação tecnológica, subjaz uma realidade inquietante: a mesma tecnologia que promete revolucionar a proteção ambiental carrega consigo uma pegada ecológica de proporções alarmantes. Este paradoxo não é meramente semântico ou filosófico, mas profundamente material, revelando-se em cada etapa do ciclo de vida da IA – desde a impactante extração de minerais raros nas profundezas da terra até o consumo voraz de energia pelos data centers que

10 Tribunal de Contas da União (TCU) 007.655/2016-9 Fiscalização 77/2016, 2016.

sustentam seus algoritmos, passando pela fabricação intensiva de hardware e culminando no treinamento computacional de modelos cada vez mais complexos.

A imagem etérea e imaterial que a linguagem da “computação em nuvem” evoca funciona como um véu que obscurece a infraestrutura física massiva da IA, criando uma ilusão de sustentabilidade – uma verdadeira miragem tecnológica que distorce a percepção pública e dificulta o necessário escrutínio regulatório. Esta infraestrutura, longe de ser intangível, ancora-se em vastas instalações industriais que competem, em escala de consumo energético, com nações inteiras, e cuja operação depende de recursos naturais finitos cuja extração deixa cicatrizes profundas nos ecossistemas mais vulneráveis do planeta.

A primeira dimensão deste impacto ambiental manifesta-se no consumo energético descomunal e nas consequentes emissões de gases de efeito estufa. Os data centers, verdadeiras catedrais do capitalismo digital, e o treinamento de grandes modelos de linguagem constituem processos de intensidade energética sem precedentes na história da computação. O treinamento de um único modelo, como o GPT-3 ou o BLOOM, consome centenas de Megawatts-hora e emite centenas de toneladas de dióxido de carbono equivalente – o modelo BERT, por exemplo, gerou aproximadamente 284 toneladas de CO₂eq durante seu treinamento, superando exponencialmente as emissões de um voo transcontinental (LUCCIONI, 2023, p. 8). Em diversos países, a demanda energética dos data centers já representa parcela significativa do consumo elétrico nacional, configurando um novo tipo de pressão sobre as matrizes energéticas e, consequentemente, sobre os esforços de descarbonização da economia global.

O segundo impacto, frequentemente negligenciado no debate público, refere-se ao consumo hídrico intensivo. O resfriamento dos servidores que sustentam a infraestrutura da IA exige volumes extraordinários de água doce e limpa – um recurso cada vez mais escasso em um planeta sob estresse hídrico crescente. Pesquisas recentes revelaram que interações aparentemente triviais com chatbots como o ChatGPT podem consumir aproximadamente meio litro de água para cada vinte a cinquenta perguntas respondidas (Li, Yang, et al., 2023). Este consumo, multiplicado pela escala global de uso dessas tecnologias, agrava dramaticamente a pressão sobre recursos hídricos, especialmente quando os data centers são estrategicamente localizados em regiões já enfrentando escassez hídrica, criando uma competição direta entre a operação tecnológica e as necessidades humanas e ecológicas básicas.

A terceira dimensão do paradoxo revela-se na geração acelerada de resíduos eletrônicos. A corrida incessante por maior poder computacional, impulsionada pela competição tecnológica global, conduz à obsolescência programada e acelerada do hardware de IA, particularmente das Unidades de Processamento Gráfico (GPUs), cujo ciclo de vida útil encurta-se progressivamente. Esta dinâmica alimenta o problema global do lixo eletrônico, que não apenas cresce em volume exponencial, mas também em toxicidade, dado que esses componentes contêm substâncias altamente nocivas como mercúrio, chumbo e outros metais pesados. A taxa de reciclagem adequada desses resíduos permanece baixa, transformando a inovação tecnológica em uma nova fonte de contaminação ambiental de longo prazo.

O quarto impacto ambiental, talvez o mais invisibilizado pelo discurso tecnológico dominante, reside na extração predatória de recursos naturais. A pro-

dução de componentes eletrônicos que sustentam a IA depende fundamentalmente de minerais estratégicos como lítio, cobalto, paládio e terras raras, cuja extração concentra-se em regiões geopoliticamente vulneráveis e ecologicamente sensíveis. O chamado “Triângulo do Lítio”, que abrange Argentina, Bolívia e Chile, exemplifica esta dinâmica: a extração desses minerais causa devastação ambiental irreversível, comprometimento crítico de lençóis freáticos, salinização de solos, perda de terras cultiváveis e deslocamento de comunidades tradicionais (Crawford, 2021, p. 63). Esta geografia da exploração mineral para a IA perpetua e aprofunda a desigualdade ambiental em escala global, transferindo os custos ecológicos da inovação tecnológica dos centros desenvolvidos para as periferias exploradas, reproduzindo padrões coloniais de apropriação de recursos naturais sob nova roupagem digital.

A quinta e mais insidiosa dimensão do paradoxo ambiental da IA manifesta-se na poluição digital e no incentivo sistêmico a padrões de consumo insustentáveis. Os algoritmos de recomendação e publicidade, ao otimizarem implacavelmente o engajamento e o lucro, funcionam como poderosos aceleradores do consumismo, estimulando a aquisição excessiva e frequentemente desnecessária de produtos, perpetuando um ciclo de produção e descarte que alimenta a crise climática.

Para além dessa dimensão estrutural, a IA pode ser instrumentalizada de forma fraudulenta para mascarar a poluição, como dramaticamente ilustrado pelo escândalo Dieselgate. Neste caso paradigmático, a Volkswagen utilizou um software sofisticado, programado para reconhecer os padrões específicos de teste de laboratório e alterar artificialmente o desempenho do motor, ocultando os níveis reais de emissão de gases de seus veículos a diesel, que chegavam a emitir até quarenta vezes mais óxido de

nitrogênio (NOx) do que os limites legalmente permitidos. Este episódio não constitui mera anomalia corporativa, mas revela o potencial da IA como instrumento de ocultação deliberada de danos ambientais, desafiando os mecanismos tradicionais de fiscalização e controle.

A materialidade incontestável desses impactos ambientais, em suas múltiplas dimensões, impõe uma responsabilidade constitucional inegável ao Poder Público. O Estado brasileiro, vinculado pelo mandamento do artigo 225 da Constituição Federal, encontra-se juridicamente obrigado a exercer o controle e a regulação sobre todas as atividades potencialmente poluidoras, categoria na qual a infraestrutura e operação da Inteligência Artificial inequivocamente se insere.

Esta obrigação não é discricionária, mas imperativa, exigindo do Poder Público uma postura proativa, preventiva e tecnicamente informada para assegurar que o progresso tecnológico não se dê às custas da destruição do patrimônio ambiental comum, perpetuando o desenvolvimento predatório que marcou as revoluções industriais anteriores.

5. O Dever Constitucional do Poder Público no Controle da IA Ambiental

O dever do Estado de regular os impactos ambientais da Inteligência Artificial não é uma opção, mas uma obrigação constitucional fundamentada no artigo 225 da Constituição Federal, que consagra o direito de todos a um meio ambiente ecologicamente equilibrado como um bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida. Este dispositivo impõe ao Poder Público o dever fundamental de proteger e preservar o meio ambiente para as presentes e futuras gerações, o que inclui o controle sobre tecnologias com potencial poluidor.

Para cumprir esse mandato, é imperativa a aplicação de instrumentos de controle prévio. A exigência de Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) e o consequente licenciamento ambiental para a instalação e operação de data centers de grande porte são medidas essenciais. Embora a legislação ambiental, como a Lei da Política Nacional do Meio Ambiente (LPNMA), não mencione explicitamente essas infraestruturas, a aplicação dos princípios da prevenção e da precaução justifica plenamente a exigibilidade desses mecanismos, como já ocorre em países como a Itália, que exige Avaliação de Impacto Ambiental para data centers com geradores acima de 50 MW, e a Holanda, que impõe requisitos detalhados de licenciamento ambiental para emissões, ruído e gestão de resíduos.

Além do controle sobre o hardware, é necessário estabelecer diretrizes para a sustentabilidade no desenvolvimento de software de IA. Isso inclui a criação de padrões para a eficiência energética dos algoritmos, movimento conhecido como “Green AI”, e a imposição de maior transparência sobre a pegada de carbono e o consumo de recursos dos modelos de IA. Os desenvolvedores e provedores devem ser obrigados a divulgar essas informações, permitindo que usuários, empresas e o próprio poder público façam escolhas mais conscientes e sustentáveis.

A criação de um Estatuto Jurídico da IA Ambiental¹¹, representa um caminho concreto para consolidar um marco regulatório no Brasil. Tal estatuto poderia integrar essas diretrizes, estabelecendo um equilíbrio entre o fomento à inovação tecnológica e a proteção do patrimônio ambiental, garantindo que o avanço da IA não ocorra às custas da degradação ambiental. A discussão, no entanto, não deve se esgotar no controle de danos, mas avançar para a

promoção ativa da eficiência e do dever de cuidado por parte do Estado na era digital.

6. Eficiência, Efetividade e o Dever de Cuidado Agravado na Era da IA

O advento da Inteligência Artificial redefine o alcance do dever de cuidado do Poder Público. O imenso potencial da IA para trazer eficiência, eficácia e efetividade à defesa ambiental, com o emprego de ferramentas de monitoramento e previsão, impõe ao Estado um dever de cuidado agravado. Essa obrigação transcende o mero controle dos riscos tecnológicos; ela exige a utilização ativa e diligente dessas novas ferramentas para cumprir o mandado constitucional de proteção ambiental de forma mais assertiva.

Nesse novo paradigma, emerge o conceito de responsabilidade por inércia tecnológica. Em um cenário onde sistemas de IA podem prever desastres com dias de antecedência, otimizar a fiscalização contra o desmatamento e proteger ecossistemas vulneráveis em tempo real, a omissão do Estado em adotar e implementar tais tecnologias pode ser configurada como uma falha em seu dever fundamental de cuidado. Esta omissão viola o que denominamos ‘padrão tecnológico mínimo de diligência ambiental’, um novo referencial jurídico no qual a inação, diante de soluções tecnológicas viáveis para prevenir danos, torna-se juridicamente imputável.

A compreensão desse dever é reforçada pela jurisprudência recente. O Supremo Tribunal Federal, ao julgar a ADPF 708/DF (Fundo Clima), reconheceu que o dever constitucional de proteção ao meio ambiente possui eficácia imediata e reduz a esfera de discricionariedade do Poder Público em matéria ambiental. Conforme assentado na decisão, há uma imposição jurídica de agir para afastar a proteção estatal deficiente. Tal entendimento conso-

11 Como proposto na tese FERRARI (2025).

lida a natureza impositiva e exigível de pronto desse dever, vinculando a Administração Pública à adoção de medidas concretas de tutela ambiental. Essa formulação jurisprudencial fortalece a tese de que, na era digital, a omissão estatal em utilizar instrumentos tecnológicos disponíveis para proteção do meio ambiente não é uma escolha política, mas uma violação direta da Constituição e do princípio da efetividade dos direitos fundamentais ambientais.

Nessa seara, o Princípio do Protetor-Recebedor emerge como instrumento jurídico fundamental, estabelecendo uma lógica de incentivos que vai além da tradicional abordagem preventiva-punitiva do Direito Ambiental. Enquanto o Princípio do Poluidor-Pagador busca internalizar os custos ambientais negativos, o Protetor-Recebedor visa internalizar as externalidades positivas, premiando economicamente aqueles que, através do desenvolvimento e aplicação de tecnologias de IA, contribuem para a proteção ambiental em benefício da coletividade. Sua positivação na Lei da Política Nacional de Resíduos Sólidos representa o reconhecimento jurídico de que a função ecológica da responsabilidade civil deve operar em duas frentes complementares: como limitadora de condutas nocivas e como impulsionadora de padrões de comportamento sustentáveis.

No contexto específico da IA, este princípio materializa-se através de mecanismos de monetização e incentivo. O Estado deve estabelecer: (i) incentivos fiscais diferenciados para empresas que desenvolvam algoritmos energeticamente eficientes ou utilizem data centers alimentados por energia renovável, incluindo reduções de IPI e ICMS para equipamentos de TI de alta eficiência¹²; (ii) sistemas de crédi-

tos de carbono específicos para o setor tecnológico, permitindo que reduções de emissões através de IA verde sejam comercializadas¹³; (iii) fundos de compensação que reembolsem investimentos privados em tecnologias preventivas, como sistemas de monitoramento florestal automatizado ou plataformas de previsão de desastres; e (iv) linhas de financiamento preferencial para pesquisa e desenvolvimento de “IA verde”, priorizando projetos que alcancem resultados inovadores com custos computacionais reduzidos.

Esta arquitetura jurídica transforma a responsabilidade civil ambiental em verdadeira ferramenta de engenharia social e ecológica. O dever estatal não se limita mais à fiscalização e punição, mas abrange a criação ativa de um ecossistema regulatório que torne economicamente atrativa a inovação tecnológica sustentável. Ao reconhecer as despesas preventivas como danos indenizáveis e estabelecer mecanismos de retribuição para aqueles que investem em tecnologias ambientalmente benéficas, o Poder Público alinha os interesses de mercado com o imperativo constitucional de proteção ambiental.

A complexidade desse novo dever estatal, que conjuga a prevenção da inércia tecnológica com o fomento ativo à inovação sustentável através do Princípio do Protetor-Recebedor, revela a profunda transformação que a era da IA impõe ao Direito Ambiental. Esta dualidade – entre os riscos que devem ser controlados e as oportunidades que devem ser incentivadas – nos conduz ao desafio de equilibrá-los na construção de um framework jurídico adequado aos tempos de Inteligência Artificial.

13 A mensuração da pegada de carbono da Inteligência Artificial pode fundamentar duas estratégias legislativas distintas no campo tributário: uma de indução positiva, voltada à redução ou isenção de tributos como estímulo à adoção de tecnologias com neutralidade de emissões de CO₂; e outra de indução negativa, baseada na extrafiscalidade, que atribui carga tributária maior a tecnologias altamente poluentes, como os sistemas de DL, cujo treinamento demanda intensivo consumo energético.

12 Segundo Anselmini (2022, p. 334), a extrafiscalidade representa uma ferramenta estratégica do Estado para induzir comportamentos sociais alinhados à proteção ambiental, podendo se concretizar tanto por incentivos fiscais quanto por desonerações

Considerações Finais

A Inteligência Artificial se apresenta como a tecnologia definidora do século XXI, carregando um profundo paradoxo ambiental. Por um lado, oferece ferramentas de precisão e escala inéditas para a tutela da biodiversidade, a prevenção de desastres e a mitigação das mudanças climáticas. Por outro, seu ciclo de vida – da extração de minerais à operação de data centers – gera uma pegada ecológica alarmante. A desconstrução de seus termos revela que a IA não é nem “inteligente” no sentido humano, nem puramente “artificial”, mas um artefato material cujos custos ambientais são frequentemente obscurecidos. Essa dualidade impõe ao Estado uma redefinição de seu papel, que vai do controle de danos a um dever de cuidado agravado.

A tese central defendida neste artigo é que a governança da IA na esfera ambiental exige um modelo jurídico que transcenda a lógica tradicional de reparação de danos. É imperativo construir um marco regulatório proativo, que integre os princípios da prevenção, da precaução, da eficiência e do protetor-recebedor. Tal regulação deve orientar o desenvolvimento tecnológico desde sua concepção, exigindo avaliações de impacto ambiental para grandes infraestruturas, estabelecendo padrões de sustentabilidade para software (“Green AI”) e fomentando a inovação que gere externalidades positivas para o meio ambiente.

O Direito, portanto, encontra-se em uma encruzilhada. A inércia diante da disruptão tecnológica significa permitir que o progresso ocorra de forma desordenada, com o risco de agravar a crise ecológica. A alternativa é uma adaptação criativa e ousada, capaz de moldar as novas tecnologias para que sirvam a um propósito maior. A urgência climática e a velocidade da inovação não deixam margem para hesitação. Cabe à comunidade jurídica,

aos legisladores e à sociedade civil assegurar que a revolução da Inteligência Artificial não repita os erros do passado, mas contribua efetivamente para a construção de um futuro ecologicamente sustentável e socialmente justo.

Referências

ANSELMINI, Priscila. Tributação extrafiscal e o desenvolvimento sustentável na era digital. In: WEDY, Gabriel; HUPFFER, Haide Maria; WEYERMÜLLER, André Rafael (org.). **Direito e inteligência artificial: perspectivas para um futuro ecologicamente sustentável**. Belo Horizonte: Editora Fórum, 2023. DOI: <https://doi.org/10.29327/5385477.1.14>.

BRASIL. **Tribunal de Contas da União**. Processo TC 007.655/2016-9 – Fiscalização 77/2016. Brasília, 2016.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República.

BRASIL. **Lei n. 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República.

BRASIL. **Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República.

BOTELHO, Jonas; COSTA, Stefany C. P.; RIBEIRO, Júlia G.; SOUZA, Carlos M., Jr. **Mapping roads in the Brazilian Amazon with artificial intelligence and Sentinel-2. Remote Sensing**, [S.l.], v. 14, n. 15, p. 3625, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/rs14153625>. Acesso em: 31 mar. 2025.

CRAWFORD, Kate. **Atlas de Inteligencia Artificial: Poder, política y costos planetarios**. Tradução

de Francisco Diaz Klaassen. London: Yale University Press, 2021.

FRANÇA. **Conseil d'État.** Décision n° 62273, 28 mars 1919. Recueil Lebon, Paris, 1919.

FRANÇA. **Cour de cassation.** Deuxième chambre civile. Arrêt du 5 janvier 1956, pourvoi n° 56-02.126. Bulletin des arrêts de la Cour de cassation, Paris, 1956.

FERRARI (2025), Vanessa Carolina Fernandes. **Reflexos jurídicos da inteligência artificial na responsabilidade civil ambiental:** inteligência artificial, um paradoxo ambiental. 2025. Tese (Doutorado em Direito Civil) – Faculdade de Direito, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2025.

FLORIDI, Luciano. **The green and the blue: a new political ontology for a mature information society.** SSRN, 2020. Disponível em: <https://ssrn.com/abstract=3831094> ou <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3831094>. Acesso em: 05 jul. 2022.

LI, Pengfei; YANG, Jianyi; ISLAM, Mohammad A.; REN, Shaolei. **Making AI less “thirsty”: uncoving and addressing the secret water footprint of AI models.** arXiv, [S.I.], 6 abr. 2023. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2304.03271v1>. Acesso em: 3 abr. 2025.

LUCCIONI, Alexandra Sasha. **Towards measuring and mitigating the environmental impacts of large language models.** Toronto: Canadian Institute for Advanced Research, set. 2023. Disponível em: <https://cifar.ca/wp-content/uploads/2023/09/Towards-Measuring-and-Mitigating-the-Environmental-Impacts-of-Large-Language-Models.pdf>. Acesso em: 3 abr. 2025.

SANTAELLA, Lucia. **Neo-humano: a sétima revolução cognitiva do sapiens.** Edição Kindle. São Paulo: Paulus Editora, 2022.

SANTAELLA, Lucia. **A inteligência artificial é inteligente?** São Paulo: Almedina, 2023.

SCHUMPETER, Joseph Alois. **The theory of economic development: an inquiry into profits, capital, credit, interest and the business cycle.** Cambridge: Harvard University Press, 1949.

ZUBOFF, Shoshana. **A era do capitalismo de vigilância: a luta por um futuro humano na nova fronteira de poder.** Edição digital. Rio de Janeiro: Editora Intrínseca Ltda, 2021.