REVISTA JURÍDICA DA AMAZÔNIA

Ano 2 nº 2
ISSN 2965-9426
Submetido em: 31/07/2025
Aprovado em: 02/09/2025
DOI: https://doi.org/10.63043/0s9k7555

Governança climática e inteligência artificial na Amazônia: os dilemas jurídicos da transição energética

Climate governance and artificial intelligence in the Amazon: legal dilemmas of the energy transition

Maria Eduarda Baldi

Mestranda em Ciência Jurídica pela Universidade do Vale do Itajaí no Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ciência Jurídica (CAPES 6). Pós-Graduada em Direito Público pela Universidade Regional de Blumenau. Graduada em Direito pela Universidade do Vale do Itajaí. Lattes: http://lattes.cnpq.br/6529304542793836. Orcid: https://orcid.org/0009-0003-7685-5566. E-mail: mariabaldi_@hotmail.com.

Walter Amaro Baldi

Doutor em Direito pela Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Mestre em Educação pela Universidade pela Universidade Federal do paraná - UFPR - Pós -Graduação em Supervisores de Treinamento para Empresa pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul - PUCRS, Curso de Especialização m Preparação para a Magistratura pela ESMESC, Bacharel em Direito pela Universidade do Vale do Itajaí - UNIVALI, Licenciado em Pedagogia pela Faculdade de Filosofia Nossa Senhora da Imaculada Conceição - FAFIMCRS, atualmente exerce a unção de professor pesquisador em Direito Constitucional, Criança e Adolescente no curso de Direito e na Pós Graduação da Universidade do Vale do Itajaí - UNIVALI, líder do grupo de Pesquisa Direito e Cidadania cadastro e reconhecido no CNPq, Presidente no Instituto Brasileiro de Direito Público Municipal - IBPM, bem como responsável pelo Projeto de Extensão Protejá: Violência contra a Criança e o Adolescente é Crime do Curso de Direito de Balneário Camboriú UNIVALI. Lattes: http://lattes.cnpq.br/0124226022339433. Orcid: https://orcid.org/0009-0000-4037-1154. E-mail: walter@univali.br.

Resumo

O artigo analisa os desafios jurídicos associados à aplicação da inteligência artificial (IA) em políticas públicas de transição energética sustentável na região amazônica, com foco na efetivação da justiça climática. Parte-se da hipótese de que a adoção de tecnologias inteligentes no setor energético pode representar avanço na governança ambiental, desde que regulada por critérios jurídicos que assegurem a proteção dos direitos fundamentais, a sustentabilidade ecológica e a equidade intergeracional. A pesquisa identifica as principais vulnerabilidades socioambientais da Amazônia, discute os usos da IA em iniciativas de monitoramento ambiental e otimização energética e examina as lacunas normativas existentes no ordenamento jurídico brasileiro. Também são considerados os riscos da opacidade algorítmica, da exclusão digital e dos impactos ambientais do ciclo de vida da IA. Conclui-se que é necessário um marco regulatório sistêmico, baseado nos princípios da precaução, transparência e justiça climática, capaz de orientar o uso ético da IA na região amazônica. O estudo utiliza abordagem qualitativa, com método indutivo e pesquisa bibliográfica, e propõe critérios jurídicos para compatibilizar inovação tecnológica com responsabilidade socioambiental.
Palavras-chave: inteligência artificial; justiça climática; Amazônia; transição energética; regulação jurídica.

Abstract

This article examines the legal challenges associated with the application of artificial intelligence (AI) in public policies for sustainable energy transition in the Amazon region, focusing on the implementation of climate justice. It is based on the hypothesis that the use of intelligent technologies in the energy sector can enhance environmental governance, provided that it is regulated by legal criteria that ensure the protection of fundamental rights, ecological sustainability, and intergenerational equity. The research identifies the main socio-environmental vulnerabilities of the Amazon, discusses the uses of AI in environmental monitoring and energy optimization initiatives, and analyzes existing regulatory gaps in the Brazilian legal system. It also addresses the risks of algorithmic opacity, digital exclusion, and the environmental impacts of AI's life cycle. The study concludes that a systemic regulatory framework is needed, grounded in the principles of precaution, transparency, and climate justice, to guide the ethical use of AI in the Amazon. The methodology is qualitative, based on the inductive method and bibliographic research, and proposes legal criteria to align technological innovation with socio-environmental responsibility.
Keywords: artificial intelligence; climate justice; Amazon; energy transition; legal regulation.

Introdução

O presente artigo tem como finalidade analisar os desafios jurídicos relacionados ao uso da inteligência artificial (IA) no contexto da transição energética sustentável na região amazônica, especialmente à luz do princípio da justiça climática. O avanço da IA e a sua aplicação em políticas públicas ambientais têm despertado crescente atenção por parte da academia, instituições governamentais e organismos internacionais, diante de seu potencial de contribuir para a mitigação das mudanças climáticas e a modernização da governança ambiental. No entanto, embora a IA ofereça ferramentas promissoras para o monitoramento ambiental, a otimização do consumo energético e o desenvolvimento de energias renováveis, sua adoção também suscita preocupações quanto à transparência algorítmica, ao risco de exclusão socioambiental e à ausência de um marco jurídico adequado.

Nas últimas décadas, a Amazônia tem sido palco de intensas disputas ambientais e sociais, marcadas por conflitos fundiários, degradação ecológica e desafios estruturais na efetivação de políticas sustentáveis. Nesse cenário, a introdução de tecnologias inteligentes em projetos de energia limpa na região apresenta uma dualidade: de um lado, o potencial para modernizar o sistema energético e reduzir emissões de gases de efeito estufa; de outro, o risco de reproduzir desigualdades, invisibilizar populações tradicionais e comprometer a integridade ambiental se não houver controle normativo adequado.

Dessa forma, este estudo tem como objetivo geral refletir sobre os impactos jurídicos e regulatórios da aplicação da inteligência artificial em políticas de transição energética na Amazônia, avaliando sua compatibilidade com os princípios da justiça climática. Como objetivos específicos, busca-se compreender o conceito de justiça climática e sua importância para a governança ambiental da Amazônia; examinar os usos da IA no setor energético, sobretudo suas aplicações no monitoramento e controle ambiental; e avaliar os desafios regulatórios da tecnologia, à luz do marco legal brasileiro e de experiências internacionais.

Assim, a pesquisa se justifica diante da urgência climática global, da centralidade estratégica da Amazônia na agenda ambiental e do protagonismo crescente das tecnologias digitais no campo da sustentabilidade. Ao investigar como a IA pode contribuir com – ou ameaçar – os objetivos da justiça climática na região, o estudo pretende oferecer uma contribuição teórica e crítica sobre os limites e possibilidades da inovação tecnológica em territórios ecologicamente sensíveis.

A partir disso, o presente artigo propõe-se a responder à seguinte problemática: de que forma a aplicação da inteligência artificial em políticas públicas de transição energética pode influenciar a efetivação da justiça climática na Amazônia? Quais são os principais riscos regulatórios e jurídicos associados à adoção dessas tecnologias em um dos biomas mais sensíveis e geopoliticamente estratégicos do planeta?

Para melhor elucidar a temática, o estudo foi estruturado em três partes. No primeiro item, analisa-se o conceito de justiça climática e seus fundamentos jurídicos, considerando a situação específica da Amazônia diante das desigualdades estruturais e dos riscos de "lavagem verde" na transição energética. No segundo item, são discutidos os principais desafios regulatórios da transição energética sustentável na Amazônia, com ênfase nas políticas públicas federativas, no marco legal da bioeconomia e nos conflitos gerados pela exploração de energia e minerais críticos. Por fim, o terceiro item examina os usos da inteligência artificial na governança ambiental amazônica, destacando seus riscos, potencialidades e controvérsias à luz da justiça climática.

Em relação à metodologia, cabe o registro de que, na fase de investigação, foi utilizado o método indutivo. Na fase de tratamento dos dados, empregou-se o método cartesiano. Por fim, o texto foi estruturado com base na lógica indutiva. As diversas etapas da pesquisa foram orientadas pelas técnicas do referente, da categoria, do conceito operacional e da pesquisa bibliográfica.

1 Justiça climática e transição energética na Amazônia

A crise climática atual, combinada à crescente demanda por fontes renováveis de energia, impõe desafios complexos à governança ambiental, especialmente em regiões ecologicamente sensíveis e geopoliticamente estratégicas como a Amazônia.

Nesse cenário, a justiça climática surge como referencial normativo indispensável para repensar modelos de desenvolvimento e orientar políticas de transição energética de forma equitativa, inclusiva e sustentável.

O presente tópico busca analisar os fundamentos jurídicos da justiça climática, as especificidades da Amazônia enquanto território vulnerável e disputado, e os riscos envolvidos em uma transição energética que desconsidere direitos sociais, culturais e ambientais.

Para tanto, serão abordados os pilares normativos da sustentabilidade, os conflitos distributivos em torno da energia "limpa" e a necessidade de participação democrática nos processos de decisão.

1.1 A sustentabilidade como fundamento jurídico da justiça climática

A noção de sustentabilidade, enquanto princípio jurídico de elevada densidade normativa, ultrapassa a mera preocupação ambiental, abarcando também a inclusão social, a justiça intergeracional e a inovação ética e eficiente. Trata-se de imperativo constitucional que impõe ao Estado e à sociedade a responsabilidade solidária pela promoção de um desenvolvimento durável, limpo e equânime, voltado à preservação da vida humana e do bem-estar no presente e no futuro (Garcia, 2015).

A justiça climática, no plano jurídico, emerge como resposta aos efeitos assimétricos das mudanças climáticas sobre populações vulneráveis. Mais do que agenda ambiental, ela é expressão do direito à dignidade, à igualdade material e à sustentabilidade intergeracional (Favoreto, 2024).

Essa perspectiva exige superar modelos meramente retóricos da sustentabilidade, consolidando-a como princípio jurídico dotado de densidade normativa e força vinculante no ordenamento jurídico. Assim, o desenvolvimento sustentável vem sendo reconhecido não apenas como paradigma político, mas como instrumento normativo vinculante capaz de orientar decisões judiciais e políticas públicas em contextos de crise climática e vulnerabilidades sociais (Verschuuren, 2022).

O campo teórico distingue, com base no debate sobre o capital natural, concepções de “sustentabilidade fraca”, que tutela a substituição do capital natural por outras formas de capital, e de “sustentabilidade forte”, que reconhece limites à substituição e defende a proteção da integridade ecológica como base ética e legal da governança ambiental (Pelec; Balaš; Pergent, 2015).

A consolidação da justiça climática como categoria jurídica exige superar abordagens programáticas da sustentabilidade, efetivando-a como princípio normativo vinculante. Isso impõe ao Estado o dever de formular políticas públicas baseadas nos princípios da precaução, equidade intergeracional e respeito ao direito das gerações vindouras ao futuro, especialmente diante da incerteza científica. Trata-se de abordagem que conecta a ética intergeracional à responsabilidade normativa estatal e à proteção dos direitos humanos fundamentais em face da crise climática (University of Chile Law Review, 2024).

Nesse sentido, compreender os fundamentos da justiça climática passa também por reconhecer os territórios nos quais seus princípios são postos à prova. A Amazônia, diante de sua centralidade ecológica e de sua vulnerabilidade histórica, constitui um caso paradigmático desses conflitos socioambientais.

1.2 A Amazônia entre colonialismo ecológico e vulnerabilidade social

A Amazônia constitui um dos territórios mais estratégicos do planeta para o equilíbrio climático e a conservação da biodiversidade. Entretanto, essa centralidade ecológica contrasta com a sua condição histórica de periferia econômica, marcada por ciclos sucessivos de exploração predatória e por um modelo de desenvolvimento exógeno e concentrador. Desde a colonização, a floresta tem sido convertida em fronteira de extração de recursos, onde as populações originárias e tradicionais são frequentemente marginalizadas e vulnerabilizadas (Greenpeace, 2023).

Nas últimas décadas, esse padrão extrativista tem assumido novas formas, vinculadas à lógica da globalização financeira e à mercantilização da natureza. Iniciativas

como o REDD+ (Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal) são apresentadas como alternativas sustentáveis, mas frequentemente operam sob uma racionalidade de **financeirização do carbono** e de controle dos territórios tradicionais por agentes externos. Segundo Alkmin, o REDD+ representa uma forma de *colonialismo climático*, pois, ao mesmo tempo em que se pretende promover a preservação ambiental, acaba por impor restrições e condicionantes que enfraquecem a autonomia socioterritorial dos povos indígenas e comunidades tradicionais (Alkmin, 2023).

Esse processo se insere em uma lógica mais ampla de **colonialismo ecológico**, expressão que designa a continuidade da subordinação dos territórios do Sul global a interesses geopolíticos e econômicos do Norte global. Como alerta o *Greenpeace*, a Amazônia permanece sendo tratada como espaço de recursos a serem apropriados, onde o avanço do agronegócio, da mineração e da grilagem impõe modelo desenvolvimentista insustentável, intensificando conflitos socioambientais e degradando ecossistemas vitais (Greenpeace, 2023).

Diante do exposto, evidencia-se que a Amazônia, para além de sua relevância ecológica global, representa o epicentro de disputas entre modelos econômicos extrativistas e a efetivação de uma justiça climática comprometida com os direitos dos povos tradicionais e com a integridade ambiental. A permanência de práticas coloniais, agora travestidas de discursos sustentáveis, reforça vulnerabilidades históricas e dificulta a consolidação de uma governança ambiental justa e inclusiva. Portanto, torna-se fundamental problematizar as novas estratégias adotadas sob o pretexto da transição energética, especialmente aquelas que, em nome da sustentabilidade, reproduzem lógicas de exploração e exclusão. É nesse ponto que se insere o debate sobre o risco da “lavagem verde” no contexto brasileiro, temática a ser aprofundada no tópico seguinte.

1.3 A transição energética e o risco de *greenwashing* no Brasil

O fenômeno do *greenwashing*, ou “lavagem verde”, refere-se à prática de promover discursos e estratégias de *marketing* ambientalmente responsáveis que, na realidade, não correspondem a ações efetivas de sustentabilidade por parte de empresas ou governos. Trata-se de uma manipulação da percepção pública, em que recursos retóricos e simbólicos são mobilizados para encobrir condutas ambientalmente danosas ou insuficientes. Segundo Delmas e Burbano, o *greenwashing* ocorre quando há discrepância entre a performance ambiental comunicada e a efetivamente praticada, gerando assimetria de informação entre consumidores, investidores e organizações (Freitas Netto *et al.*, 2020).

Esse fenômeno tem sido particularmente observado na transição energética brasileira, na qual projetos de geração de energia renovável, como parques eólicos e

solares, são apresentados como ambientalmente sustentáveis, mas, na prática, acarretam violações de direitos de comunidades tradicionais, deslocamentos forçados e impactos sobre modos de vida locais. Em muitos casos, o discurso da sustentabilidade serve como fachada para práticas excludentes, contribuindo para formas contemporâneas de injustiça ambiental (Lovato, 2013).

O uso indevido do discurso da sustentabilidade para fins comerciais ou políticos compromete a confiança social nas iniciativas ambientais e deslegitima a própria noção de responsabilidade climática. Pesquisa recente aponta que a população brasileira tem se tornado progressivamente cética em relação à autenticidade de campanhas "verdes" promovidas por empresas, percebendo o *greenwashing* como tentativa de capitalizar em cima de preocupações ambientais sem promover mudanças estruturais reais (Duarte; Martins; Cruz, 2019).

Essa realidade impõe o desafio de reorientar os processos decisórios relacionados à transição energética, especialmente em regiões de elevada sensibilidade socioambiental, como a Amazônia. A ausência de mecanismos efetivos de participação social e de consulta prévia, livre e informada às comunidades tradicionais e povos indígenas torna-se terreno fértil para práticas de *greenwashing* institucionalizado, em que discursos sustentáveis mascaram a exclusão e o silenciamento de vozes historicamente marginalizadas. Nesse contexto, é fundamental refletir sobre a centralidade da participação democrática e do consentimento prévio como pilares da justiça climática e da governança ambiental legítima.

1.4 Participação popular e povos originários na governança ambiental amazônica

A participação efetiva das populações tradicionais é condição indispensável para a legitimidade da justiça climática, sobretudo em decisões sobre infraestrutura energética na Amazônia.

O direito ao consentimento livre, prévio e informado (CLPI), previsto na Convenção 169 da OIT e na Constituição Federal (art. 231), exige que essas comunidades sejam consultadas antes de qualquer medida administrativa ou legislativa que as afete diretamente. Entretanto, casos como a exploração de petróleo e gás, e a implantação de energias "limpas" como a eólica, têm avançado em territórios indígenas sem consulta adequada, configurando violação sistemática desse direito (Opan, 2022).

Durante o 21º Acampamento Terra Livre, líderes indígenas denunciaram que grandes projetos energéticos são implementados sem considerar as realidades locais, agravando conflitos e impactando modos de vida e saberes ancestrais. Segundo Luene Karipuna, da Apoianp, instalações de energia eólica sem diálogo com os povos locais representam uma forma de colonialismo verde, especialmente quando ignoram os lugares sagrados e os rituais tradicionais (Rede PT – Blogosfera, 2025).

Relatórios da Operação Amazônia Nativa (OPAN) evidenciam ainda que o Estado federal e estadual muitas vezes transfere a empresas privadas a responsabilidade de conduzir a consulta, o que representa descentralização irregular da obrigação originariamente estatal e enfraquece o CLPI. Essa dinâmica reforça a invisibilidade institucional e abre espaço para que decisões energéticas legitimem práticas excludentes em nome da transição energética (OPAN, 2022).

Assim, a marginalização das populações tradicionais nos processos decisórios relacionados à transição energética não compromete apenas a legitimidade democrática e jurídica das políticas públicas, mas também fere gravemente o dever de proteção às futuras gerações. A ausência de consulta prévia, livre e informada evidencia uma lógica de desenvolvimento que perpetua a exclusão histórica e ignora o saber ancestral como fundamento de sustentabilidade.

Portanto, garantir a participação efetiva dessas comunidades é não apenas exigência normativa presente, mas também compromisso com a justiça intergeracional. O reconhecimento do direito ao futuro – como projeção jurídica dos direitos fundamentais no tempo – impõe que a transição energética na Amazônia seja orientada por princípios éticos que respeitem tanto os direitos dos povos de hoje quanto os das gerações vindouras.

1.5 Justiça intergeracional e o dever jurídico de proteção climática

A Constituição Federal de 1988, em seu artigo 225, estabelece o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado e impõe ao Estado e à coletividade o dever de preservá-lo **para as presentes e futuras gerações**, fundamentando o princípio da solidariedade intergeracional no ordenamento jurídico brasileiro (Oliveira; Melo, 2023).

Esse dever ganha intensidade normativa diante da emergência climática. Para autores como Theodoro e Gomes, a equidade intergeracional não é apenas um valor ético, mas uma obrigação jurídica que exige proteção do patrimônio natural como um legado para as futuras gerações (Theodoro; Gomes, 2016).

Trata-se de assegurar que as decisões ambientais de hoje não comprometam a possibilidade de as futuras gerações desfrutarem de condições de vida dignas, em consonância com o desenvolvimento sustentável (Pierdoná; Francisco; Silva, 2023).

No contexto amazônico, a justiça intergeracional reforça o imperativo de que a transição energética proceda com critérios de prudência, equidade e precaução. Projetos energéticos que impactam o bioma – como hidrelétricas ou explorações de lítio e petróleo – podem comprometer de forma irreversível sistemas viventes e modos tradicionais de subsistência, e por isso implicam responsabilidade para com as gerações futuras (Oliveira; Melo, 2023).

Em síntese, a consolidação de uma justiça climática efetiva exige que os processos decisórios ambientais considerem não apenas os efeitos imediatos, mas também seus impactos no tempo. Somente assim é possível evitar que se institucionalizem modelos aparentemente verdes que, na prática, agravam desigualdades e violam direitos de gerações vindouras (Frente Nacional dos Consumidores de Energia, 2025).

Por fim, iniciativas como o programa **AdaptaCidades**, do Ministério do Meio Ambiente, reforçam a necessidade de integração entre União e governos locais para planejamento climático adaptativo. O projeto enfatiza que uma governança bemsucedida depende de diálogo entre os níveis de governo, com ênfase em adaptação e mitigações contextualizadas na região amazônica.

2 Desafios regulatórios da transição energética sustentável na Amazônia

A transição energética, embora necessária à mitigação das mudanças climáticas globais, impõe uma série de desafios regulatórios quando analisada sob a ótica da justiça climática e da realidade amazônica.

As soluções tecnológicas ditas sustentáveis, como a expansão de energias renováveis, frequentemente ignoram os contextos territoriais, culturais e sociais da região, agravando desigualdades históricas e tensionando direitos fundamentais.

Nesse sentido, o processo de transição energética demanda mais do que inovação tecnológica: exige regulação jurídica que assegure a proteção de povos tradicionais, a equidade no acesso aos benefícios energéticos e o respeito aos ecossistemas.

Este tópico examina, portanto, os principais entraves normativos e institucionais que envolvem a implementação de uma transição energética justa na Amazônia, à luz de quatro eixos: políticas públicas e federalismo climático; marcos legais da bioeconomia; lacunas na regulação da energia limpa e da mineração crítica; e limites da governança climática multiescalar no território amazônico.

2.1 Políticas públicas e o papel do federalismo climático

A transição energética no Brasil, apesar de contar com metas ambiciosas no plano federal, depende de uma regulação que considere o caráter multiescalar da Amazônia. A implementação de políticas climáticas eficazes requer a atuação sincronizada entre União, estados e municípios na chamada governança climática, ainda em construção no país – um modelo que vem sendo chamado de *federalismo climático* (ICLEI, 2024).

Nesse sentido, o Macrozoneamento Ecológico-Econômico da Amazônia Legal (MacroZEE) se destaca como instrumento de planejamento territorial multiescalar que buscou alinhar metas de uso sustentável às especificidades regionais. Criado por meio de decreto presidencial e com ampla participação de estados e sociedade civil,

o MacroZEE representa esforço inicial de integração federativa para desenvolver a Amazônia sem destruí-la (Brasil, 2024).

Entretanto, evidências apontam que a transição energética na Amazônia enfrenta desigualdades estruturais marcantes. Estima-se que mais de 3 milhões de pessoas – muitas delas em comunidades indígenas e ribeirinhas – vivam fora do Sistema Integrado Nacional (SIN), utilizando sistemas térmicos a diesel, enquanto projetos de energia renovável concentram-se nas áreas urbanas e centros econômicos (Brasil, 2025).

Assim, o federalismo climático na Amazônia exige regulamentação específica, articulação institucional e consenso multilateral. Sem esses elementos, a transição energética pode aprofundar padrões de exclusão em vez de promover justiça climática para as comunidades locais.

2.2 Marco legal e desafios da bioeconomia na Amazônia

A bioeconomia surgiu como proposta para promover o uso sustentável da biodiversidade amazônica, conciliando conservação ambiental e geração de renda. Para tanto, seria necessário estabelecer um marco regulatório robusto. No entanto, o Brasil **ainda não possui legislação específica sobre bioeconomia,** apesar de já contar com normas correlatas, como a Lei da Biodiversidade (Lei nº 13.123/2015), que regulamenta o acesso a recursos genéticos e a repartição de benefícios às comunidades tradicionais (Brasil, 2023).

Estudos apontam que esse arranjo legal fragmentado e genérico não responde às complexidades amazônicas. Essa ausência de definição normativa efetiva resulta em tensões entre diferentes modelos de bioeconomia – um voltado ao capital e à biotecnologia e outro focado em base comunitária, agroextrativismo e justiça socioambiental (Climate Policy Initiative, 2022).

O Programa Agricultura de Baixa Emissão de Carbono (RenovaBio) e estudos promovidos por entidades como o Banco Interamericano de Desenvolvimento (IADB) e ONU indicam que a Amazônia possui **potencial de gerar cadeias produtivas bioeconômicas tais como açaí, castanha, pirarucu e extrativismo sustentável,** mas a falta de regulação clara limita a escala da produção e o retorno econômico e social para comunidades tradicionais (Brasil, 2024).

Esse vácuo regulatório compromete não apenas a justa divisão de benefícios, mas também a fiscalização pública e a segurança jurídica para empreendimentos com base em saberes ancestrais. Sem um marco claro que incorpore princípios como consentimento, participação e proteção cultural, a bioeconomia amazônica corre o risco de reproduzir lógicas de exploração e depredação – o que aprofundaria injustiças socioambientais ao invés de enfrentá-las.

2.3 Regulação da energia limpa e da mineração crítica na Amazônia

A transição energética tem impulsionado a demanda por minerais considerados estratégicos ou “críticos”, como lítio, nióbio, cobre e terras raras – insumos essenciais para tecnologias de baixo carbono, como baterias, turbinas eólicas e painéis solares. A Amazônia brasileira, detentora de vasta riqueza mineral, tornou-se um dos principais alvos para a exploração desses recursos. No entanto, a ausência de marco regulatório específico para a mineração crítica no contexto da transição energética expõe a região a riscos socioambientais significativos, sobretudo diante da fragilidade institucional na proteção de direitos territoriais e ambientais (Frente Nacional dos Consumidores de Energia, 2025).

Embora o Plano Nacional de Mineração 2050 reconheça a importância da Amazônia para o setor, o licenciamento ambiental para projetos considerados “estratégicos” tem sido flexibilizado em nome do “interesse nacional”, o que pode enfraquecer os mecanismos de controle social e de proteção aos povos indígenas e comunidades tradicionais. Essa flexibilização é agravada pela ausência de salvaguardas regulatórias claras que vinculem a mineração à justiça climática e à proteção dos ecossistemas amazônicos (Brasil, 2011).

De modo semelhante, projetos de geração de energia solar, eólica e hidrelétrica também avançam na região sem avaliação adequada dos impactos acumulativos e territoriais, sendo frequentemente licenciados em processos fragmentados, sem considerar as vulnerabilidades socioambientais locais. Estudos mostram que, apesar de sua matriz energética já ser majoritariamente renovável, a Amazônia Legal sofre com desigualdade no acesso à energia, e muitas vezes as soluções ditas “limpas” reforçam a exclusão de comunidades vulneráveis (Frente Nacional dos Consumidores de Energia, 2025).

Nesse contexto, os desafios regulatórios da transição energética na Amazônia revelam não apenas a fragilidade institucional diante de interesses econômicos globais, mas também a necessidade de ferramentas capazes de monitorar, prevenir e mitigar os impactos dessas atividades em tempo real. É nesse cenário que a inteligência artificial vem sendo incorporada como promessa de inovação tecnológica na gestão ambiental.

Contudo, seu uso demanda análise crítica, sobretudo quanto à forma como os dados são coletados, interpretados e utilizados em contextos marcados por vulnerabilidades socioambientais. O próximo item examina, portanto, o papel da inteligência artificial na governança climática amazônica, considerando tanto suas potencialidades quanto os riscos de aprofundamento das desigualdades existentes.

3 Inteligência artificial e governança ambiental na Amazônia: riscos, promessas e controvérsias

A crescente adoção de tecnologias de inteligência artificial (IA) na gestão ambiental tem ampliado as possibilidades de resposta às crises climáticas e ecológicas, inclusive na Amazônia. Capazes de processar grandes volumes de dados em tempo real, os sistemas inteligentes vêm sendo incorporados a plataformas de monitoramento, controle de desmatamento, previsão de eventos extremos e gestão territorial. Contudo, o uso dessas tecnologias em regiões de alta complexidade socioambiental exige não apenas investimento técnico, mas também marcos regulatórios que assegurem transparência, justiça social e proteção dos direitos territoriais.

Nesse contexto, este item analisa os principais riscos e potenciais da IA aplicada à governança ambiental amazônica, articulando os debates sobre justiça climática, soberania digital e preservação da biodiversidade aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente os ODS 13 (Ação contra a mudança global do clima) e ODS 15 (Vida terrestre) (ONU, 2015).

3.1 Aplicações da inteligência artificial no monitoramento e controle ambiental

Na Amazônia, sistemas baseados em inteligência artificial (IA) têm sido incorporados a plataformas de sensoriamento remoto para enfrentar ilegalidades como desmatamento e queimadas. Um exemplo concreto é a plataforma **PrevisIA,** desenvolvida pelo **Imazon** em parceria com *Microsoft* e **Fundo Vale**, que utiliza algoritmos de aprendizado de máquina para prever áreas sob risco de degradação. Em 2022, a ferramenta apontou cerca de 6.531 km² como ameaçados entre agosto de 2024 e julho de 2025, com taxa de assertividade média de 73 % – sinalizando sua relevância para ações preventivas e alinhamento com o **ODS 13**, ao apoiar a mitigação de emissões provenientes do desmatamento (Imazon, 2025).

Além disso, pesquisadores do **IMPA e do Imazon** desenvolveram um algoritmo de redes neurais capaz de classificar imagens de satélite e identificar áreas de desmatamento com precisão de até 95 %, reduzindo em 30 % o tempo de validação manual por peritos e acelerando o processo de análise territorial (Portal Amazônia, 2024).

Outros estudos técnicos têm aplicado técnicas multimodais de aprendizado profundo (CNNs) com imagens de satélites como *Sentinel1*, *Sentinel2*, *Landsat* e *Planet NICFI* para segmentação rápida de desmatamentos e áreas queimadas na região amazônica. Um trabalho recente demonstrou alta precisão para detectar mudanças na cobertura florestal e eventos de queimadas, mostrando como algoritmos podem processar diferentes tipos de sensor e condições meteorológicas com eficácia (Wagner *et al.,* 2023).

Esses avanços tecnológicos se inserem diretamente nas estratégias de controle ambiental (ODS 15), ao fornecer monitoramento em tempo real de eventos críticos que ameaçam a biodiversidade e promover a identificação de áreas prioritárias para conservação.

Contudo, é fundamental que tais tecnologias sejam implementadas com atenção ao contexto local – especialmente no tocante à transparência dos algoritmos, ao compartilhamento participativo dos resultados e à integração com saberes tradicionais. A IA deve ser entendida como ferramenta de fortalecimento da governança ambiental, não como substituição das instituições ou da consulta democrática.

3.2 Viés algorítmico, desigualdade informacional e os limites da IA na proteção ambiental da Amazônia

Embora a inteligência artificial ofereça ferramentas promissoras para o monitoramento ambiental na Amazônia, seu uso não está isento de riscos, especialmente no que se refere à qualidade dos dados, aos vieses embutidos nos algoritmos e às assimetrias informacionais entre os diversos atores envolvidos na governança ambiental. Esses fatores podem comprometer a eficácia e a legitimidade das soluções tecnológicas propostas, sobretudo em contextos marcados por desigualdades estruturais e ausência de participação social.

Estudo recente avaliou técnicas de inteligência artificial aplicadas à previsão de desmatamento na Amazônia Legal, demonstrando que a acurácia dos modelos depende fortemente da representatividade e confiabilidade dos dados utilizados (Boito Jr.; Candioti; Neiva, 2022).

Segundo os autores, variáveis socioeconômicas e geográficas são determinantes para resultados mais precisos, mas muitas vezes são negligenciadas em favor de abordagens baseadas exclusivamente em sensoriamento remoto.

A ausência desses dados, especialmente sobre realidades locais e contextos tradicionais, pode gerar falsas previsões e decisões equivocadas por parte do poder público ou de entidades privadas.

Além disso, o viés algorítmico – muitas vezes invisível – reflete desigualdades preexistentes. Algoritmos treinados com base em dados incompletos ou enviesados podem reforçar práticas excludentes, priorizar determinadas regiões ou omitir territórios vulneráveis.

Isso é particularmente grave na Amazônia, onde comunidades indígenas e tradicionais frequentemente não estão representadas em bases de dados oficiais, o que pode invisibilizá-las nos processos de decisão automatizados. Essa invisibilidade digital reforça a exclusão política e dificulta o acesso dessas populações aos benefícios da política ambiental.

É nesse cenário que a justiça climática exige abordagem crítica da inteligência artificial, entendendo-a não como solução neutra, mas como tecnologia situada, atravessada por escolhas políticas e estruturais.

Para que a IA seja aliada efetiva na proteção da Amazônia, é fundamental que seus sistemas considerem a diversidade socioterritorial da região, operem com transparência e estejam submetidos a mecanismos de controle democrático.

Considerações finais

A emergência climática e a centralidade estratégica da Amazônia na agenda ambiental global impõem a necessidade de repensar os modelos de desenvolvimento e as ferramentas regulatórias que sustentam a transição energética. Este artigo demonstrou que, embora a inteligência artificial represente uma promissora aliada no enfrentamento das mudanças climáticas – ao oferecer soluções tecnológicas para o monitoramento territorial, a previsão de desmatamento e a gestão de dados ambientais –, sua incorporação em políticas públicas na Amazônia carece de parâmetros normativos sólidos e de uma abordagem sensível às especificidades socioambientais do bioma.

A análise do conceito de justiça climática revelou que a transição energética não pode ser reduzida a indicadores de descarbonização ou à ampliação de fontes renováveis. Ao contrário, ela deve ser orientada por princípios de equidade, participação e reconhecimento dos direitos dos povos tradicionais, sob pena de perpetuar dinâmicas de exclusão e assimetria que já marcam historicamente a ocupação da região. Nesse contexto, a ausência de marcos legais nacionais sobre bioeconomia, a fragmentação de políticas públicas nos estados da Amazônia Legal e os conflitos gerados por projetos de energia e mineração crítica demonstram que o desafio não é apenas tecnológico, mas profundamente jurídico, ético e político.

Do mesmo modo, a crescente adoção de sistemas de inteligência artificial no campo ambiental – como os algoritmos de predição de desmatamento e os sistemas de vigilância territorial – suscita preocupações legítimas quanto à transparência algorítmica, à proteção de dados sensíveis e à governança sobre decisões automatizadas que afetam diretamente comunidades vulneráveis. Se mal regulada, a IA pode intensificar desigualdades e legitimar formas de colonialismo verde sob a justificativa da eficiência técnica.

Nessa perspectiva, os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, em especial o ODS 13 (Ação contra a mudança global do clima) e o ODS 15 (Vida terrestre), oferecem parâmetros importantes para nortear políticas públicas que integrem inovação tecnológica, proteção ambiental e justiça social. A promoção de uma transição energética sustentável na Amazônia requer mais do que investimentos em energias renováveis: exige marcos normativos coerentes com os princípios da justiça climática e comprometidos com a salvaguarda dos ecossistemas e dos direitos coletivos.

Portanto, garantir a compatibilidade entre inovação tecnológica e justiça climática na Amazônia exige governança ambiental multiescalar, baseada na efetiva participação social, na repartição justa dos benefícios da transição energética e na criação de normas que limitem o uso predatório de tecnologias emergentes. A construção de um marco jurídico robusto para a IA e a energia sustentável – alinhado aos direitos fundamentais, à Convenção 169 da OIT, aos compromissos climáticos internacionais e aos ODS – é passo indispensável para que a Amazônia não apenas sobreviva à era digital, mas dela participe como sujeito de direitos e guardiã do equilíbrio climático planetário.

Referências

ALKMIN, Fábio Márcio. A financeirização do carbono e a reprodução do colonialismo climático: desafios para os direitos territoriais dos povos da floresta. Ambientes: **Revista de Geografia e Ecologia Política**, v. 5, n. 2, 2023. DOI: https://doi.org/10.48075/amb.v5i2.31885. Disponível em: https://e-revista.unioeste.br/index.php/ambientes/article/view/31885. Acesso em: 31 jul. 2025

BOITO JR., Breno; CANDIOTI, Vanessa; NEIVA, Luciana. Avaliação de técnicas de IA para auxiliar na previsão de incidência de desmatamento na Amazônia. **Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada – REPA**, v. 7, n. 2, p. 57-64, 2022**.** Disponível em: http://revistas.poli.br/index.php/repa/article/view/2218/824. Acesso em: 31 jul. 2025.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Plano Nacional de Mineração 2030.** Brasília: MME, 2011. Disponível em: https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/geologia-mineracao-e-transformacao-mineral/plano-nacional-de-mineracao-2030-1. Acesso em: 31 jul. 2025.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços. **Bioeconomia da Amazônia Legal tem potencial mundial, aponta estudo contratado pelo MDIC.** Brasília: Governo Federal, 2024. Disponível em: https://www.gov.br/mdic/pt-br/assuntos/noticias/2024/marco/bioeconomia-da-amazonia-legal-tem-potencial-mundial-aponta-estudo-contratado-pelo-mdic. Acesso em: 31 jul. 2025.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **MacroZEE da Amazônia Legal.** Disponível em: https://antigo.mma.gov.br/gestao-territorial/zoneamento-territorial/macrozee-da-amaz%C3%B4nia-legal.html. Acesso em: 31 jul. 2025.

BRASIL. Quais são as leis e políticas públicas relacionadas à bioeconomia? **Jornada Amazônia**, 2023. Disponível em: https://jornadaamazonia.org.br/quais-sao-as-leis-e-politicas-publicas-relacionadas-a-bioeconomia/. Acesso em: 31 jul. 2025.

BRASIL. Secretaria de Comunicação da Presidência da República. Governo federal lança iniciativa para apoiar estados e municípios na adaptação às mudanças climáticas**. SECOM.** 2025. Disponível em: https://www.gov.br/secom/pt-br/assuntos/noticias/2025/02/governo-federal-lanca-iniciativa-para-apoiar-estados-e-municipios-na-adaptacao-a-mudanca-do-clima. Acesso em: 31 jul. 2025.

CLIMATE POLICY INITIATIVE. **AMZ 2030:** Bioeconomy in the Amazon. Set. 2022. Disponível em: https://www.climatepolicyinitiative.org/wp-content/uploads/2022/09/AMZ-2030-Bioeconomy-in-the-Amazon.pdf. Acesso em: 31 jul. 2025.

DUARTE, Roberta da Silva; MARTINS, Michelle Márcia Viana; CRUZ, Carla Cristina Passos. Percepções públicas sobre marketing verde e greenwashing no Brasil. In: **Anais do 7º Encontro Nacional da Associação Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos – ENABER**, 2019. Disponível em: https://brsa.org.br/wp-content/uploads/wpcf7-submissions/32491/PERCEPCOES-PUBLICAS-SOBRE-MARKETING-VERDE-E-GREENWASHING-NO-BRASIL.pdf. Acesso em: 31 jul. 2025.

FAVORETO, Ricardo Lebos. Sustentabilidade: direito ao futuro. **Revista do Direito Público**, Londrina, v. 19, n. 1, p. 293, abr. 2024. DOI: https://doi.org/10.5433/1980-511X.2024.v19.n1.46296. Disponível em: https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/direitopub/article/view/46296. Acesso em: 31 jul. 2025.

FRENTE NACIONAL DOS CONSUMIDORES DE ENERGIA. **Descarbonização da energia elétrica na Amazônia Legal.** Brasília: Frente Nacional dos Consumidores de Energia, maio 2025. Disponível em: https://consumidoresdeenergia.org/wp-content/uploads/2025/05/FNCE_Descarbonizacao-da-energia-eletrica-na-Amazonia-Legal-_14_5_2025.pdf. Acesso em: 31 jul. 2025.

GARCIA, Denise Schmitt Siqueira. O caminho para sustentabilidade. In: GARCIA, Denise Schmitt Siqueira (Org.). **Debates Sustentáveis:** análise multidimensional e Governança Ambiental. Itajaí – SC: UNIVALI, 2015, v. 1, p. 25.

GREENPEACE. **História da colonização da Amazônia**. 2023. Disponível em: https://www.greenpeace.org/brasil/blog/colonizacao-da-amazonia/. Acesso em: 31 jul. 2025.

ICLEI – Local Governments for Sustainability. **The New Brazil NDC:** A Story of CHAMP and Multilevel Success. 2024. Disponível em: https://americadosul.iclei.org/a-nova-ndc-do-brasil-uma-historia-de-champ-e-sucesso-multilateral/. Acesso em: 31 jul. 2025.

IMAZON. **PrevisIA:** inteligência artificial aponta 6,5 mil km² com risco de desmatamento na Amazônia em 2025. 2024. Disponível em: https://imazon.org.br/imprensa/previsia-inteligencia-artificial-aponta-65-mil-km%C2%B2-com-risco-de-desmatamento-na-amazonia-em-2025/. Acesso em: 31 jul. 2025.

LOVATO, Marcos Luiz. Greenwashing no Brasil: quando a sustentabilidade ambiental se resume a um rótulo. **Revista Direitos Culturais**, v. 18, n. 41, p. 193-216, 2023. Disponível em: https://periodicos.ufsm.br/revistadireito/article/view/8257/4978. Acesso em: 31 jul. 2025.

OLIVEIRA, Amanda Nicole Aguiar de; MELO, Sandro Nahmias. O direito ao meio ambiente das futuras gerações: soluções do conflito intergeracional de direitos. **Revista do Programa de Pós-Graduação em Direito da UFBA**, v. 33, 2023. Disponível em: https://periodicos.ufba.br/index.php/rppgd/article/view/57940/31069. Acesso em: 31 jul. 2025.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Transformando nosso mundo:** a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. 2015. Disponível em: https://brasil.un.org/pt-br/91863-agenda-2030-para-o-desenvolvimento-sustentavel. Acesso em: 31 jul. 2025.

OPAN – Operação Amazônia Nativa; VIEIRA, Flávia do Amaral; LUNELLI, Isabella Cristina. **O Direito à Consulta e Consentimento Livre, Prévio e Informado no estado de Mato Grosso.** Cuiabá, 2022. Disponível em: https://observatorio.direitosocioambiental.org/wp-content/uploads/2022/12/Opc-1-Direito-a-Consulta-CAPA-e-MIOLO.pdf. Acesso em: 31 jul. 2025.

PELEC, Jérôme; BALAŠ, Martin; PERGENT, Marta. **Weak Sustainability versus Strong Sustainability.** Sustainable Development Knowledge Platform – United Nations, 2015. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/280979919_Weak_versus_Strong_Sustainability. Acesso em: 31 jul. 2025.

PIERDONÁ, Zélia Luiza; FRANCISCO, José Carlos; SILVA, Glauco Bresciani. Justiça intergeracional, responsabilidade e sustentabilidade: consequencialismo em matéria trabalhista e previdenciária. **Revista de Direito Mackenzie**, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 1-20, 2023. ISSN 2317-2622. Disponível em: https://editorarevistas.mackenzie.br/index.php/rmd/article/view/15707/11902. Acesso em: 31 jul. 2025.

PORTAL AMAZÔNIA. Pesquisadores desenvolvem IA que identifica desmatamento na Amazônia. 2024. Disponível em: https://portalamazonia.com/amazonia/ia-detecta-desmatamento-amazonia/. Acesso em: 31 jul. 2025.

REDE PT – Blogosfera. “O custo será alto para nós”: indígenas denunciam exploração de energia sem consulta prévia. 14 abr. 2025. Disponível em: https://redept.org/blogosfera/o-custo-sera-alto-para-nos-indigenas-denunciam-exploracao-de-energia-sem-consulta-previa/. Acesso em: 31 jul. 2025.

SEBASTIÃO VIEIRA DE FREITAS NETTO et al. Concepts and forms of greenwashing: a systematic review. **Environmental Sciences Europe**, v. 32, n. 19, 2020. Disponível em: https://enveurope.springeropen.com/articles/10.1186/s12302-020-0300-3. Acesso em: 31 jul. 2025.

THEODORO, Marcelo Antonio; GOMES, Keit Diogo. Teoria da Equidade Intergeracional: Reflexões Jurídicas. **Revista de Direito Ambiental e Socioambientalismo**, v. 2, n. 1, p. 1–16, 2016. Disponível em: https://www.indexlaw.org/index.php/Socioambientalismo/article/view/915. Acesso em: 31 jul. 2025.

UNIVERSITY OF CHILE LAW REVIEW. **State Responsibilities in the Climate Crisis:** Legal Standards and Jurisprudence. Santiago, 2024. Disponível em: https://derecho.uchile.cl/dam/jcr:147d8c15-7f0f-440c-bf03-6093362d8d7a/State%20Responsibilities%20in%20the%20Climate%20Crisis%202024.pdf. Acesso em: 31 jul. 2025.

VERSCHUUREN, Jonathan. The principle of sustainable development as a legal norm. In: REYNAERTS, J.; PEETERS, M. (Ed.). **Research Handbook on Fundamental Concepts of Environmental Law**. 2. ed. Cheltenham: Edward Elgar Publishing, 2022. p. 45-60. Disponível em: https://research.tilburguniversity.edu/en/publications/the-principle-of-sustainable-development-as-a-legal-norm. Acesso em: 31 jul. 2025.

WAGNER, Fabien H. et al. **Mapping Tropical Forest Cover and Deforestation with Planet NICFI Satellite Images and Deep Learning in Mato Grosso State (Brazil) from 2015 to 2021**. arXiv, 2022. Disponível em: https://arxiv.org/abs/2211.09806. Acesso em: 31 jul. 2025.