

DIREITO, SUSTENTABILIDADE E INOVAÇÃO TECNOLÓGICA: O MARCO NORMATIVO DO SUSTENTADOR COMO INSTRUMENTO JURÍDICO PARA O MONITORAMENTO DIGITAL AMBIENTAL

LAW, SUSTAINABILITY AND TECHNOLOGICAL INNOVATION: THE SUSTAINATOR REGULATORY FRAMEWORK AS A LEGAL INSTRUMENT FOR ENVIRONMENTAL DIGITAL MONITORING

DERECHO, SOSTENIBILIDAD E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA: EL MARCO REGULATORIO SUSTAINATOR COMO INSTRUMENTO JURÍDICO PARA EL MONITOREO DIGITAL AMBIENTAL

Antônio Ferreira do Norte Filho¹, Fabíola de Souza Zaire², Helisandra Ramos da Costa³

DOI: 10.54899/dcs.v22i83.3436

Recibido: 24/09/2025 | Aceptado: 25/09/2025 | Publicación en línea: 08/10/2025.

RESUMO

A crescente emergência climática e os avanços tecnológicos convergem para a necessidade de repensar os instrumentos jurídicos de proteção ambiental. Este estudo propõe uma análise integrada entre direito ambiental e inovação tecnológica, examinando o papel do "sustentador" como figura jurídica responsável por intermediar o uso ético das tecnologias emergentes no monitoramento e combate aos crimes ambientais. A pesquisa fundamenta-se em abordagem qualitativa e revisão bibliográfica sistemática, analisando experiências internacionais e a legislação brasileira pertinente. O referencial teórico apoia-se em Hans Jonas (2006), que propõe a ética da responsabilidade frente à civilização tecnológica; Elinor Ostrom (1990), com sua teoria da governança de bens comuns; e Mariana Mazzucato (2020), ao defender o papel estratégico do Estado na inovação orientada por missões. Além disso, a discussão incorpora contribuições de autores como Luciano Floridi (2021), Bruno Latour (2020), Édis Milaré (2022), Paulo de Bessa Antunes (2021) e A. H. Benjamin (1995), que problematizam as interações entre tecnologia, sustentabilidade e direito. Os resultados evidenciam que tecnologias como inteligência artificial, blockchain, sensores ambientais, satélites e drones, quando regulamentadas por marcos normativos específicos, podem potencializar a eficácia da fiscalização ambiental. Contudo, a ausência de regulamentação específica para o papel do sustentador compromete a legitimidade e a efetividade dessas inovações. O estudo conclui pela necessidade de um modelo jurídico integrado entre Estado, setor privado e sociedade civil para operacionalizar o uso responsável dessas ferramentas, propondo diretrizes para um marco regulatório que reconheça juridicamente o papel do sustentador na governança ambiental contemporânea.

¹ Doutor em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Faculdade Santa Teresa, Manaus, Amazonas, Brasil. E-mail: nortefilho@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5946-3291>

² Graduanda em Direito, Faculdade Santa Teresa, Manaus, Amazonas, Brasil. E-mail: fabiola.szaire@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0009-0008-5139-3680>

³ Graduanda em Direito, Faculdade Santa Teresa, Manaus, Amazonas, Brasil. E-mail: helisandra.amos@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0009-0000-3741-8740>

Palavras-chave: Direito Ambiental. Inovação Tecnológica. Sustentabilidade. Monitoramento Digital. Inteligência Artificial. Justiça Climática.

ABSTRACT

The growing climate emergency and technological advances converge toward the need to rethink legal instruments for environmental protection. This study proposes an integrated analysis between environmental law and technological innovation, examining the role of the “sustainer” as a legal figure responsible for mediating the ethical use of emerging technologies in monitoring and combating environmental crimes. The research is based on a qualitative approach and systematic literature review, analyzing international experiences and relevant Brazilian legislation. The theoretical framework relies on Hans Jonas (2006), who proposes the ethics of responsibility in the face of technological civilization; Elinor Ostrom (1990), with her theory of commons governance; and Mariana Mazzucato (2020), who advocates the strategic role of the State in mission-oriented innovation. In addition, the discussion incorporates contributions from authors such as Luciano Floridi (2021), Bruno Latour (2020), Édis Milaré (2022), Paulo de Bessa Antunes (2021), and A. H. Benjamin (1995), who problematize the interactions between technology, sustainability, and law. The results show that technologies such as artificial intelligence, blockchain, environmental sensors, satellites, and drones, when regulated by specific legal frameworks, can enhance the effectiveness of environmental enforcement. However, the absence of specific regulation for the role of the sustainer undermines the legitimacy and effectiveness of these innovations. The study concludes by highlighting the need for an integrated legal model between the State, the private sector, and civil society to ensure the responsible use of these tools, proposing guidelines for a regulatory framework that formally recognizes the role of the sustainer in contemporary environmental governance.

Keywords: Environmental Law. Technological Innovation. Sustainability. Digital Monitoring. Artificial Intelligence. Climate Justice.

RESUMEN

La creciente emergencia climática y los avances tecnológicos convergen en la necesidad de repensar los instrumentos jurídicos de protección ambiental. Este estudio propone un análisis integrado entre derecho ambiental e innovación tecnológica, examinando el papel del “sustentador” como figura jurídica responsable de mediar en el uso ético de las tecnologías emergentes en el monitoreo y combate de los delitos ambientales. La investigación se fundamenta en un enfoque cualitativo y revisión bibliográfica sistemática, analizando experiencias internacionales y la legislación brasileña pertinente. El marco teórico se apoya en Hans Jonas (2006), quien propone la ética de la responsabilidad frente a la civilización tecnológica; Elinor Ostrom (1990), con su teoría de la gobernanza de los bienes comunes; y Mariana Mazzucato (2020), que defiende el papel estratégico del Estado en la innovación orientada por misiones. Además, la discusión incorpora contribuciones de autores como Luciano Floridi (2021), Bruno Latour (2020), Édis Milaré (2022), Paulo de Bessa Antunes (2021) y A. H. Benjamin (1995), que problematizan las interacciones entre tecnología, sostenibilidad y derecho. Los resultados evidencian que tecnologías como la inteligencia artificial, blockchain, sensores ambientales, satélites y drones, cuando están reguladas por marcos normativos específicos, pueden potenciar la eficacia de la fiscalización ambiental. Sin embargo, la ausencia de una regulación específica para el papel del sustentador compromete la legitimidad y efectividad de estas innovaciones. El

estudio concluye señalando la necesidad de un modelo jurídico integrado entre Estado, sector privado y sociedad civil para operacionalizar el uso responsable de estas herramientas, proponiendo directrices para un marco regulatorio que reconozca jurídicamente el papel del sustentador en la gobernanza ambiental contemporánea.

Palabras clave: Derecho Ambiental. Innovación Tecnológica. Sostenibilidad. Monitoreo Digital. Inteligencia Artificial. Justicia Climática.



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución- NoComercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

INTRODUÇÃO

A intensificação das mudanças climáticas e o esgotamento de recursos naturais configuram o cenário contemporâneo como uma crise socioambiental sem precedentes. Segundo o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2023), a temperatura global já aumentou em 1,1°C em relação aos níveis pré-industriais, exigindo transformações urgentes nos modelos de desenvolvimento e governança ambiental. Nesse contexto, a sustentabilidade transcende sua condição de diretriz política para tornar-se imperativo jurídico e ético (Jonas, 2006; Sachs, 2002).

O direito ambiental, tradicionalmente fundamentado em instrumentos de comando e controle, enfrenta o desafio de se adaptar às inovações tecnológicas que prometem revolucionar o monitoramento, prevenção e combate aos danos ambientais (Milaré, 2022; Benjamin, 1995). Ferramentas como inteligência artificial (IA), blockchain, sensores ambientais, sistemas de sensoriamento remoto por satélite e veículos aéreos não tripulados (VANT's) vêm sendo incorporadas em projetos voltados à gestão de recursos, rastreamento de cadeias produtivas e monitoramento do desmatamento (Almeida *et al.*, 2020; Floridi, 2021).

O desmatamento, particularmente na Amazônia brasileira, constitui exemplo paradigmático dessa necessidade de integração entre direito e tecnologia. Dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2024) demonstram que o monitoramento tradicional, baseado exclusivamente em inspeções presenciais, mostra-se insuficiente para cobrir a extensão territorial e a dinâmica temporal dos processos de degradação ambiental.

Contudo, o uso dessas tecnologias suscita questionamentos éticos e jurídicos fundamentais: quem define seus parâmetros de utilização? Quais os limites para a automação de

decisões ambientais? Como assegurar que essas soluções não aprofundem desigualdades sociais ou sirvam exclusivamente a interesses econômicos restritos? (Coeckelbergh, 2020; Fiorillo, 2023).

Diante dessas inquietações, este estudo propõe a investigação do papel do "sustentador" conceito aqui definido como agente institucional, coletivo ou tecnológico que atua na defesa ativa do meio ambiente mediante o uso ético e juridicamente legitimado da inovação tecnológica. Trata-se de figura jurídica que transcende a dicotomia público-privado tradicional, articulando Estado, sociedade civil e setor produtivo em torno de objetivos comuns de sustentabilidade (Ostrom, 1990; Mazzucato, 2020).

O objetivo central desta pesquisa consiste em demonstrar que a incorporação responsável da tecnologia ao campo jurídico-ambiental requer arcabouço normativo que reconheça e regulamente o papel do sustentador, garantindo que as inovações tecnológicas sejam aplicadas de forma segura, justa e eficaz. A hipótese orientadora sustenta que a ausência de marco legal específico para reconhecer o papel do sustentador limita o impacto positivo das tecnologias emergentes no direito ambiental, ao mesmo tempo em que a construção de normas participativas e transparentes constitui condição para legitimar tais práticas.

A relevância do tema reside na urgência de ampliar o debate jurídico sobre a interface entre inovação e sustentabilidade, duas dimensões que, embora complementares, ainda caminham em trilhas desconectadas na doutrina e na prática jurídica brasileira. O conceito de sustentador busca preencher lacuna conceitual e normativa, oferecendo subsídios para que o direito acompanhe os avanços tecnológicos sem comprometer os princípios éticos e os compromissos sociais que fundamentam a proteção ambiental.

O DIREITO AMBIENTAL NA ERA TECNOLÓGICA

O Direito Ambiental brasileiro consolidou-se a partir da Constituição Federal de 1988, que estabeleceu, no artigo 225, o meio ambiente equilibrado como direito fundamental e bem de uso comum do povo. Essa matriz constitucional foi complementada por legislação infraconstitucional robusta, incluindo a Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº 6.938/1981), a Lei de Crimes Ambientais (Lei nº 9.605/1998) e o Código Florestal (Lei nº 12.651/2012).

A efetividade desses instrumentos legais depende, fundamentalmente, da capacidade estatal de monitoramento e fiscalização. A fiscalização ambiental é atividade essencial para a

efetividade do direito ambiental. Sem fiscalização adequada, as normas ambientais tornam-se letras mortas, pois não há, no direito ambiental, como prescindir do poder de polícia estatal (Antunes, 2021).

Contudo, a escala territorial do Brasil, a complexidade dos ecossistemas e a dinâmica dos processos de degradação ambiental impõem limitações significativas aos métodos tradicionais de fiscalização. A Amazônia Legal, que abrange 5,2 milhões de km², ilustra a magnitude desse desafio (Farias, 2021). Nesse contexto, as tecnologias emergentes apresentam-se como instrumentos complementares indispensáveis para a ampliação da capacidade de monitoramento estatal.

A relação entre tecnologia e sustentabilidade tem sido objeto de intenso debate acadêmico. De um lado, autores como Castells (1999) enfatizam o potencial emancipatório das tecnologias da informação para a construção de sociedades mais democráticas e sustentáveis. De outro, críticos como Latour (2020) alertam para os riscos de soluções tecnológicas que negligenciem as dimensões sociais e políticas da crise ambiental.

Hans Jonas (2006), em sua obra seminal "O Princípio da Responsabilidade", antecipou muitas dessas tensões ao propor que as decisões técnicas sejam submetidas a critérios éticos de longo prazo. Para Jonas, a era tecnológica exige nova ética fundamentada na responsabilidade para com as gerações futuras, princípio que encontra ressonância no conceito constitucional brasileiro de sustentabilidade intergeracional.

Mazzucato (2020) contribui para esse debate ao defender que o Estado deve assumir papel de liderança estratégica na orientação da inovação em direção a "missões" de interesse público, incluindo a sustentabilidade ambiental. Essa perspectiva converge com a proposta de reconhecimento jurídico do sustentador, na medida em que articula objetivos coletivos com instrumentos técnicos específicos.

O conceito de sustentador, tal como proposto neste estudo, fundamenta-se na confluência de três correntes teóricas: a teoria da responsabilidade de Hans Jonas, a teoria dos bens comuns de Elinor Ostrom e a teoria da inovação orientada por missões de Mariana Mazzucato.

Ostrom (1990) demonstrou que a gestão sustentável de recursos naturais depende da capacidade de comunidades locais de desenvolver instituições apropriadas para a governança coletiva. Seus estudos sobre a governança de bens comuns evidenciam que soluções eficazes emergem da articulação entre conhecimento local, arranjos institucionais flexíveis e mecanismos de monitoramento participativo.

A figura do sustentador incorpora esses insights ao propor que agentes intermediários – sejam instituições, coletivos ou sistemas tecnológicos – podem facilitar a coordenação entre diferentes atores sociais em torno de objetivos ambientais comuns. Diferentemente dos modelos tradicionais de regulação ambiental, centrados na autoridade estatal, o sustentador opera em redes colaborativas que incluem sociedade civil, setor privado e comunidades locais.

TECNOLOGIAS EMERGENTES NO MONITORAMENTO AMBIENTAL

O sensoriamento remoto por satélite constitui uma das principais inovações tecnológicas aplicadas ao monitoramento ambiental nas últimas décadas. Sistemas como Landsat (Estados Unidos), Sentinel-1 (Agência Espacial Europeia) e Radarsat (Canadá) permitem a captura de imagens multiespectrais e de radar que possibilitam a detecção de alterações na cobertura florestal com resolução espacial e temporal cada vez maiores (Almeida *et al.*, 2020).

No Brasil, o INPE desenvolveu sistemas pioneiros de monitoramento por satélite, incluindo o PRODES, que produz taxas anuais de desmatamento na Amazônia desde 1988, e o DETER, que fornece alertas de desmatamento em tempo quase real. Esses sistemas demonstram o potencial da tecnologia satelital para ampliar a capacidade de fiscalização estatal em territórios de grande extensão (INPE, 2024).

Os drones ou VANT's complementam o monitoramento satelital ao oferecer maior resolução espacial e flexibilidade operacional. Equipados com câmeras multiespectrais, sensores térmicos e sistemas de detecção de gases, os drones podem identificar atividades ilegais como desmatamento, queimadas e mineração em áreas de difícil acesso (Oliveira, 2024).

A regulamentação brasileira de drones, estabelecida pelo Regulamento Brasileiro de Aviação Civil Especial (RBAC-E 94/2023), da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), representa avanço importante na criação de marco normativo para essas tecnologias, embora ainda careça de especificações para uso em fiscalização ambiental (ANAC, 2023).

A aplicação ética da IA no contexto ambiental requer transparência algorítmica, accountability e participação social nos processos de tomada de decisão automatizada. (Floridi, 2021) Esses princípios alinham-se com a proposta de regulamentação do sustentador, que deve assegurar que sistemas de IA sejam utilizados de forma responsável e socialmente legitimada.

A tecnologia blockchain oferece possibilidades inovadoras para a rastreabilidade de cadeias produtivas e a certificação de práticas sustentáveis. Sistemas baseados em blockchain

podem criar registros imutáveis e transparentes de conformidade ambiental, facilitando a verificação de compromissos de desmatamento zero e outras práticas sustentáveis (World Economic Forum, 2020).

MARCO REGULATÓRIO BRASILEIRO

O ordenamento jurídico brasileiro possui arcabouço ambiental considerado um dos mais avançados do mundo, estruturado em múltiplas camadas normativas. A Constituição Federal de 1988 estabelece os fundamentos dessa proteção no artigo 225, que reconhece o direito ao meio ambiente equilibrado como direito fundamental de terceira geração, impondo ao Poder Público e à coletividade o dever de protegê-lo para as presentes e futuras gerações.

A Lei nº 6.938/1981, que instituiu a Política Nacional do Meio Ambiente, estabeleceu os princípios e instrumentos fundamentais da gestão ambiental brasileira, incluindo o licenciamento ambiental, a avaliação de impacto ambiental e o Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA). Os instrumentos de política ambiental, como o licenciamento, o zoneamento ecológico-econômico e a avaliação de impacto ambiental, são essenciais para conciliar desenvolvimento e sustentabilidade (Farias, 2021).

O Código Florestal (Lei nº 12.651/2012) estabelece normas específicas para a proteção das florestas e demais formas de vegetação nativa, criando instrumentos como as Áreas de Preservação Permanente (APP), as Reservas Legais e o Cadastro Ambiental Rural (CAR). Significativamente, o código prevê expressamente a utilização de sistemas de monitoramento remoto para a gestão de áreas protegidas, antecipando a incorporação de tecnologias emergentes.

A Lei de Crimes Ambientais (Lei nº 9.605/1998) tipifica penalmente condutas lesivas ao meio ambiente, estabelecendo responsabilidade tanto para pessoas físicas quanto jurídicas. Como destaca Farias (2021, p. 187), essa lei adota a teoria da dupla imputação, ou seja, tanto o ente coletivo quanto o indivíduo que agiu em seu nome podem ser penalizados, demonstrando o caráter repressivo e preventivo do direito ambiental brasileiro.

Apesar da robustez do marco legal ambiental, identificam-se lacunas significativas quanto à regulamentação específica de tecnologias emergentes aplicadas ao monitoramento ambiental. A legislação vigente, embora permita o uso de tecnologias modernas, não estabelece parâmetros específicos para sua aplicação, criando insegurança jurídica e limitando seu potencial transformador.

A Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD – Lei nº 13.709/2018) representa avanço importante na regulamentação do uso de dados, mas sua aplicação ao contexto do monitoramento ambiental ainda carece de diretrizes específicas. Questões como a coleta de dados por satélites e drones em propriedades privadas, o uso de inteligência artificial em processos de fiscalização e a transparência de algoritmos utilizados em decisões administrativas permanecem em zona de incerteza jurídica (Brasil, 2018).

O Marco Legal das Startups (Lei nº 14.195/2021) e a proposta de regulamentação da inteligência artificial ainda em tramitação no Congresso Nacional representam esforços para criar ambiente regulatório favorável à inovação, mas não abordam especificamente as aplicações ambientais dessas tecnologias (Brasil, 2021).

A ausência de marco legal específico que reconheça e regule o papel do sustentador compromete a efetividade das tecnologias emergentes no campo ambiental. Sem definição clara de responsabilidades, limites e procedimentos, esses agentes operam em vácuo normativo que pode gerar conflitos de competência, questionamentos sobre legitimidade e inconsistências na aplicação das tecnologias.

O reconhecimento jurídico do sustentador requer a definição de sua natureza jurídica, competências, responsabilidades e forma de atuação. Propõe-se que o sustentador possa assumir diferentes configurações institucionais: órgãos públicos especializados, organizações da sociedade civil qualificadas, empresas com certificação específica ou sistemas tecnológicos auditáveis e transparentes.

Independentemente de sua configuração específica, o sustentador deve operar sob princípios de transparência, participação social, responsabilidade técnica e compromisso com o interesse público. Esses princípios devem ser traduzidos em requisitos normativos específicos, incluindo procedimentos de habilitação, critérios de performance, mecanismos de controle social e responsabilização por eventuais danos.

TECNOLOGIAS EMERGENTES E SUAS APLICAÇÕES NO DIREITO AMBIENTAL

O monitoramento ambiental por satélite representa uma das mais importantes inovações tecnológicas das últimas décadas no campo da gestão ambiental. A evolução dos sistemas satelitais brasileiros ilustra essa trajetória de inovação e suas implicações jurídicas.

O programa PRODES, iniciado em 1988, constitui a mais longa série temporal de

monitoramento de desmatamento do mundo, produzindo dados anuais sobre o desmatamento na Amazônia brasileira. Sua metodologia, baseada na interpretação visual de imagens dos satélites da série Landsat, estabeleceu padrões internacionais de monitoramento florestal e forneceu base científica para políticas públicas de controle do desmatamento (INPE, 2024).

O sistema DETER, implementado em 2004 e aprimorado continuamente, representa evolução significativa ao possibilitar alertas de desmatamento em tempo quase real. Utilizando imagens dos satélites MODIS (NASA) e mais recentemente do satélite CBERS-4 (programa sino-brasileiro), o DETER identifica alterações na cobertura florestal com latência de poucos dias, permitindo resposta rápida dos órgãos de fiscalização.

Assim, a incorporação de inteligência artificial aos sistemas de monitoramento satelital marca nova fase dessa evolução tecnológica. Os drones ou VANT's representam tecnologia complementar aos sistemas satelitais, oferecendo maior resolução espacial e flexibilidade operacional. Sua aplicação no monitoramento ambiental abrange desde a verificação de alertas de desmatamento até a fiscalização de atividades ilegais em unidades de conservação.

O Parque Nacional de Jamanxim, na Amazônia, exemplifica essa aplicação. Drones equipados com câmeras de alta resolução e sensores térmicos têm sido utilizados para identificar áreas de desmatamento ilegal em tempo real, possibilitando atuação rápida do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). Essa experiência demonstra o potencial dos drones para ampliar a capacidade de fiscalização em áreas remotas e de difícil acesso.

Contudo, o uso de drones no monitoramento ambiental suscita questões jurídicas complexas relacionadas à privacidade, propriedade privada e uso do espaço aéreo. O Regulamento Brasileiro de Aviação Civil Especial (RBAC-E 94/2023) estabelece regras gerais para operação de drones, mas não aborda especificamente seu uso em fiscalização ambiental (ANAC, 2023).

A LGPD adiciona camada de complexidade regulatória, na medida em que imagens captadas por drones podem conter dados pessoais. Embora a finalidade de fiscalização ambiental constitua base legal legítima para o tratamento de dados pessoais, a ausência de diretrizes específicas gera insegurança jurídica sobre os limites e procedimentos aplicáveis (Oliveira, 2024).

A aplicação de inteligência artificial no direito ambiental representa fronteira tecnológica com potencial transformador significativo. Algoritmos de machine learning podem processar volumes massivos de dados ambientais, identificar padrões complexos e até mesmo automatizar

certas decisões administrativas.

No contexto do monitoramento florestal, sistemas de IA podem analisar automaticamente milhares de imagens satelitais diariamente, identificando alterações na cobertura vegetal com precisão superior à interpretação humana. Esses sistemas também podem integrar múltiplas fontes de dados: imagens satelitais, dados climáticos, informações socioeconômicas, para produzir análises preditivas sobre riscos de desmatamento.

Contudo, a automação de decisões ambientais por sistemas de IA suscita questões éticas e jurídicas fundamentais. Como assegurar a transparência de algoritmos utilizados em processos administrativos? Como garantir o direito ao contraditório e à ampla defesa quando decisões são tomadas automaticamente? Como prevenir vieses algorítmicos que possam resultar em discriminação ou aplicação desigual da lei?

Floridi (2021) propõe princípios éticos para a IA que incluem transparência, explicabilidade, responsabilização e supervisão humana. Esses princípios devem ser traduzidos em requisitos normativos específicos para a aplicação de IA no direito ambiental, incluindo auditorias algoritmos, procedimentos de contestação de decisões automatizadas e mecanismos de supervisão humana.

A tecnologia blockchain oferece possibilidades inovadoras para a certificação e rastreabilidade de práticas sustentáveis. Sistemas baseados em blockchain podem criar registros imutáveis e transparentes de conformidade ambiental, facilitando a verificação de compromissos de desmatamento zero e outras práticas sustentáveis.

No setor agropecuário, por exemplo, blockchain pode registrar toda a cadeia produtiva, desde o uso da terra até o produto final, permitindo a verificação independente de que determinado produto não contribuiu para o desmatamento. Essa rastreabilidade é fundamental para a implementação de políticas como a proposta regulamentação europeia sobre produtos livres de desmatamento.

O potencial da blockchain para a gestão de mercados de carbono também é significativo. Sistemas baseados em blockchain podem automatizar a verificação, registro e transferência de créditos de carbono, reduzindo custos de transação e aumentando a transparência desses mercados.

PROPOSTA DE MARCO REGULATÓRIO: O SUSTENTADOR COMO FIGURA JURÍDICA

Propõe-se definir o sustentador como pessoa jurídica de direito público ou privado, ou sistema tecnológico auditável, habilitado pelo poder público para exercer atividades de monitoramento, análise e proposição de medidas para a proteção ambiental mediante o uso responsável de tecnologias emergentes. Esta definição busca superar a dicotomia tradicional entre regulação pública e iniciativa privada, criando categoria jurídica híbrida que articula diferentes atores sociais em torno de objetivos ambientais comuns.

O sustentador distingue-se de outros agentes ambientais por três características fundamentais: (i) utilização sistemática de tecnologias emergentes como inteligência artificial, blockchain, sensoriamento remoto e análise de big data; (ii) atuação baseada em evidências científicas e dados transparentes e auditáveis; e (iii) responsabilidade social e ambiental formalmente assumida perante a coletividade.

A natureza jurídica do sustentador pode variar conforme o contexto específico de sua atuação. Órgãos públicos especializados, como institutos de pesquisa e agências reguladoras, podem assumir o papel de sustentador quando utilizem tecnologias emergentes de forma transparente e participativa. Organizações da sociedade civil, como ONGs ambientais e institutos de pesquisa, podem qualificar-se como sustentadores mediante certificação específica que comprove competência técnica e compromisso ético. Empresas privadas podem atuar como sustentadores quando submetam suas operações a auditoria independente e assumam compromissos públicos de sustentabilidade. Mesmo sistemas tecnológicos autônomos, como plataformas de monitoramento baseadas em IA, podem configurar-se como sustentadores quando operem sob princípios de transparência, auditabilidade e supervisão humana.

As competências do sustentador devem ser definidas em lei específica, abrangendo atividades de monitoramento ambiental, análise de dados, elaboração de relatórios técnicos e proposição de medidas preventivas ou corretivas. Essas competências não substituem as atribuições dos órgãos ambientais tradicionais, mas as complementam mediante o uso de tecnologias que ampliam a capacidade de fiscalização e análise.

No campo do monitoramento, o sustentador pode operar sistemas de sensoriamento remoto, processar dados de múltiplas fontes e produzir alertas de risco ambiental. Suas análises devem basear-se em metodologias científicas reconhecidas e estar sujeitas a revisão por pares e

auditoria independente.

A responsabilização do sustentador deve operar em múltiplas dimensões. Responsabilidade técnica implica que suas análises e recomendações devem atender a padrões científicos rigorosos, sujeitando-se a revisão por especialistas independentes. Responsabilidade social exige que o sustentador mantenha canais permanentes de diálogo com comunidades afetadas por suas atividades, assegurando participação efetiva nos processos decisórios. Responsabilidade jurídica implica que o sustentador responde civil e penalmente por danos decorrentes de negligência ou má-fé em suas atividades.

A atuação como sustentador deve estar condicionada a processo de habilitação que verifique competência técnica, idoneidade ética e capacidade operacional. Propõe-se a criação de sistema nacional de certificação de sustentadores, operado conjuntamente pelo Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA) e pelo sistema nacional de ciência e tecnologia.

Os critérios de habilitação devem incluir: (i) comprovação de capacidade técnica para operar tecnologias emergentes aplicadas ao monitoramento ambiental; (ii) demonstração de idoneidade ética mediante ausência de condenações por crimes ambientais e compromisso formal com princípios de transparência e participação social; (iii) capacidade operacional para executar atividades de monitoramento na escala e periodicidade requeridas; e (iv) estrutura de governança que assegure controle social e accountability.

O processo de certificação deve ser periódico, com reavaliação a cada três anos, e estar sujeito a auditoria permanente. A certificação pode ser suspensa ou revogada em caso de descumprimento dos requisitos ou compromissos assumidos.

O marco regulatório do sustentador deve estabelecer mecanismos robustos de controle social e transparência. Todos os dados, metodologias e algoritmos utilizados pelo sustentador devem ser públicos e auditáveis, ressalvadas apenas informações que possam comprometer segurança nacional ou direitos de propriedade intelectual especificamente protegidos.

Propõe-se a criação de conselho nacional de sustentadores, com representação de órgãos públicos, sociedade civil, comunidades tradicionais e academia, responsável por estabelecer diretrizes éticas, avaliar o desempenho dos sustentadores e receber denúncias sobre irregularidades.

Audiências públicas devem ser realizadas periodicamente para apresentação de resultados e discussão de metodologias, assegurando participação efetiva da sociedade na avaliação das atividades dos sustentadores.

JURISPRUDÊNCIA E PRECEDENTES JUDICIAIS

A jurisprudência brasileira tem reconhecido progressivamente a validade de tecnologias de monitoramento como meio de prova em processos ambientais. Esse reconhecimento é fundamental para a legitimação jurídica do papel do sustentador e das tecnologias emergentes aplicadas ao direito ambiental.

O Supremo Tribunal Federal (STF), na Ação Direta de Inconstitucionalidade (ADI) 6.808/2022, reconheceu expressamente a constitucionalidade do uso de imagens de satélite como prova em processos ambientais, estabelecendo que tais tecnologias não violam direitos fundamentais quando utilizadas para proteção do interesse público ambiental. Essa decisão representa marco jurisprudencial importante ao legitimar o uso de tecnologias de sensoriamento remoto na fiscalização ambiental.

O Superior Tribunal de Justiça (STJ), no julgamento do Recurso Especial nº 1.695.175/SP, confirmou a validade de laudos técnicos baseados em dados de satélites e drones, estabelecendo que a precisão técnica dessas ferramentas as qualifica como meio de prova idôneo em processos ambientais. O tribunal enfatizou que a admissibilidade dessas provas está condicionada à demonstração da confiabilidade da metodologia empregada e à possibilidade de contraditório técnico.

Tribunais regionais têm aceitado crescentemente imagens de satélite e dados de sensoriamento remoto como prova da configuração de infrações ambientais, dispensando, em muitos casos, a necessidade de vistoria presencial.

O uso de tecnologias emergentes no direito ambiental suscita questões processuais complexas que vêm sendo enfrentadas pelos tribunais. A principal questão refere-se à garantia do contraditório e da ampla defesa quando as provas são produzidas por sistemas automatizados.

Os tribunais têm estabelecido que o contraditório técnico deve ser assegurado mediante a possibilidade de as partes apresentarem pareceres especializados que questionem as metodologias empregadas, a precisão dos dados ou a interpretação dos resultados. Esse entendimento alinha-se com a proposta de regulamentação do sustentador, que deve prever mecanismos para contestação técnica de suas análises.

A questão da cadeia de custódia de dados digitais também tem merecido atenção jurisprudencial. Tribunais têm exigido que órgãos ambientais demonstrem a integridade e autenticidade dos dados utilizados como prova, estabelecendo protocolos para preservação e

apresentação de evidências digitais.

DESAFIOS ÉTICOS E REGULATÓRIOS

O uso de tecnologias de monitoramento ambiental suscita tensões entre proteção ambiental e direitos à privacidade. Satélites e drones podem captar imagens de propriedades privadas, levantando questões sobre os limites da fiscalização ambiental e a proteção da intimidade.

A Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD) estabelece framework para essa discussão ao prever que o tratamento de dados pessoais para proteção do interesse público constitui base legal legítima. Contudo, a aplicação desse princípio ao contexto do monitoramento ambiental requer diretrizes específicas que equilibrem proteção ambiental e direitos individuais.

Oliveira (2024) propõe que o monitoramento ambiental por drones seja limitado a áreas públicas ou a propriedades privadas onde haja suspeita fundamentada de infração ambiental, exigindo-se autorização judicial prévia para sobrevoos de áreas privadas em investigações específicas. Essa proposta alinha-se com princípios constitucionais de proporcionalidade e razoabilidade.

Quanto à Transparência algorítmica, a crescente utilização de inteligência artificial no monitoramento ambiental exige que algoritmos sejam transparentes e explicáveis, especialmente quando utilizados em processos que podem resultar em sanções administrativas ou judiciais. Sistemas de IA que operam como "caixas pretas" incompatíveis com princípios democráticos de accountability.

Floridi (2021) propõe quatro princípios éticos para IA aplicável ao contexto ambiental: beneficência (promover bem-estar humano e ambiental), não maleficência (evitar danos), autonomia (respeitar direitos humanos) e justiça (distribuir benefícios e riscos equitativamente). Esses princípios devem orientar o desenvolvimento e aplicação de sistemas de IA por sustentadores.

A transparência algorítmica pode ser operacionalizada mediante exigência de que sustentadores publiquem informações detalhadas sobre algoritmos utilizados, incluindo dados de treinamento, métricas de performance e limitações conhecidas. Algoritmos utilizados em decisões que afetem direitos individuais devem ser auditáveis por especialistas independentes.

No contexto do viés algorítmico e equidade, os sistemas de inteligência artificial podem

perpetuar ou amplificar vieses existentes, resultando em aplicação desigual da fiscalização ambiental. Algoritmos treinados com dados históricos podem reproduzir padrões de discriminação regional, social ou econômica.

A mitigação de vieses algorítmicos requer: (1) diversidade nos dados de treinamento, assegurando representatividade de diferentes regiões, ecossistemas e contextos socioeconômicos; (2) auditoria regular dos resultados, verificando se há padrões de discriminação ou aplicação desigual; e (3) correção proativa de vieses identificados, mediante ajustes nos algoritmos ou nos dados utilizados.

A legitimidade democrática do sustentador depende da participação efetiva da sociedade em suas atividades. Tecnologias não devem ser impostas de forma vertical, mas desenvolvidas e aplicadas mediante processos participativos que incluam comunidades afetadas.

Habermas (1997) propõe que a legitimidade democrática das decisões públicas depende da possibilidade de participação comunicativa de todos os afetados. No contexto do sustentador, isso implica criar mecanismos para que comunidades locais, povos indígenas, organizações sociais e outros atores possam influenciar o desenvolvimento e aplicação das tecnologias utilizadas.

A democratização tecnológica pode incluir: (i) consultas públicas para definição de prioridades e metodologias; (ii) capacitação de comunidades locais para compreender e utilizar as tecnologias; (iii) criação de plataformas digitais para recebimento de denúncias e sugestões; e (iv) representação da sociedade civil em conselhos e comitês técnicos.

ANÁLISE DE CASOS PRÁTICOS

O Sistema de Detecção de Desmatamento em Tempo Real (DETER) e o Programa de Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite (PRODES), operados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), constituem exemplo pioneiro de sustentador público no Brasil.

Esses sistemas demonstram como tecnologias emergentes podem ser integradas a estruturas públicas para ampliar a capacidade de monitoramento ambiental. O PRODES, operado desde 1988, estabeleceu série temporal única sobre desmatamento na Amazônia, fornecendo base científica para políticas públicas. O DETER, implementado em 2004, representa evolução tecnológica significativa ao possibilitar alertas em tempo quase real.

A experiência do INPE ilustra elementos fundamentais do conceito de sustentador: (i) utilização sistemática de tecnologias emergentes (sensoriamento remoto, processamento de imagens, análise de dados); (ii) transparência e disponibilização pública de dados e metodologias; (iii) fundamentação científica rigorosa e revisão por pares; (iv) integração com políticas públicas e órgãos de fiscalização.

Contudo, a experiência também revela limitações do modelo atual. A dependência de recursos orçamentários públicos torna o sistema vulnerável a instabilidades políticas. A concentração no monitoramento da Amazônia deixa outros biomas com cobertura limitada. A falta de integração sistemática com comunidades locais reduz o potencial de participação social.

O Global Forest Watch (GFW), plataforma operada pelo World Resources Institute, exemplifica modelo de sustentador da sociedade civil. A plataforma integra dados de múltiplas fontes – imagens satelitais, dados governamentais, contribuições de usuários – para fornecer informações em tempo real sobre desmatamento global.

O GFW demonstra potencial de organizações não governamentais para operar como sustentadores mediante: (i) desenvolvimento de tecnologias inovadoras de análise de dados; (ii) criação de interfaces acessíveis para diferentes públicos; (iii) promoção de participação social através de plataformas colaborativas; (iv) articulação de redes internacionais de monitoramento.

A experiência do GFW também revela desafios específicos do modelo de sustentador privado. A dependência de financiamento privado pode criar conflitos de interesse. A falta de mandato legal limita a capacidade de acesso a dados governamentais. A ausência de mecanismos formais de accountability pode comprometer a legitimidade das análises.

Iniciativas do setor privado para rastreabilidade da soja na Amazônia exemplificam potencial modelo de sustentador empresarial. Empresas como Cargill, ADM e Bunge desenvolveram sistemas baseados em análise satelital e blockchain para monitorar cadeias produtivas e assegurar conformidade com compromissos de desmatamento zero.

Esses sistemas demonstram como empresas podem atuar como sustentadores mediante: (i) investimento em tecnologias de monitoramento; (ii) criação de mecanismos de rastreabilidade transparentes; (iii) submissão a auditoria independente; (iv) assumir compromissos públicos de sustentabilidade.

Contudo, sustentadores empresariais enfrentam desafios específicos relacionados a conflitos de interesse potenciais entre objetivos comerciais e ambientais. A autorregulação pode ser insuficiente sem supervisão pública adequada. A competição empresarial pode limitar

compartilhamento de tecnologias e dados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise realizada evidencia que a incorporação de tecnologias emergentes ao direito ambiental brasileiro encontra-se em estágio inicial, caracterizado por iniciativas pontuais e ausência de marco regulatório integrado. Tecnologias como sensoriamento remoto, inteligência artificial e blockchain demonstram potencial significativo para ampliar a eficácia da fiscalização ambiental, mas sua aplicação permanece limitada pela falta de diretrizes jurídicas específicas.

O conceito de sustentador emerge como proposta para superar essa lacuna mediante o reconhecimento jurídico de agentes intermediários responsáveis pela aplicação ética e transparente de tecnologias emergentes no campo ambiental. A análise de experiências nacionais e internacionais demonstra que diferentes modelos institucionais – públicos, privados e híbridos, podem atuar como sustentadores, desde que observem princípios de transparência, participação social e accountability.

A jurisprudência brasileira tem reconhecido progressivamente a validade de tecnologias de monitoramento como meio de prova, estabelecendo precedentes importantes para a legitimação do papel do sustentador. Contudo, questões processuais complexas, relacionadas ao contraditório técnico e à cadeia de custódia de dados digitais, requerem regulamentação específica.

Este estudo contribui para o debate jurídico sobre inovação e sustentabilidade em múltiplas dimensões. Do ponto de vista teórico, o conceito de sustentador oferece framework conceitual para articular diferentes atores sociais em torno de objetivos ambientais comuns, superando dicotomias tradicionais entre regulação pública e iniciativa privada.

Do ponto de vista prático, a pesquisa oferece diretrizes específicas para a elaboração de marco regulatório que reconheça e regule o papel do sustentador. Essas diretrizes incluem critérios de habilitação, procedimentos de certificação, mecanismos de controle social e instrumentos de responsabilização.

A análise de casos práticos demonstra que elementos do conceito de sustentador já estão presentes em experiências brasileiras e internacionais, mas de forma fragmentada e sem reconhecimento jurídico formal. O marco regulatório proposto pode sistematizar e potencializar essas experiências.

A implementação do conceito de sustentador enfrenta limitações e desafios significativos. Do ponto de vista jurídico, a criação de nova categoria de agente ambiental requer alterações legislativas complexas e articulação entre diferentes esferas de governo.

Do ponto de vista técnico, a regulamentação de tecnologias emergentes em constante evolução exige marcos normativos flexíveis e adaptativos, desafio tradicional do direito administrativo. A necessidade de expertise técnica especializada pode limitar a capacidade de órgãos reguladores tradicionais de supervisionar sustentadores.

Do ponto de vista social, a legitimidade democrática do sustentador depende de participação social efetiva, objetivo que requer investimentos significativos em capacitação e criação de mecanismos participativos.

Os resultados da pesquisa têm implicações diretas para o desenho de políticas públicas ambientais no Brasil. A criação de marco regulatório para o sustentador requer coordenação entre diferentes órgãos e esferas de governo, incluindo Ministério do Meio Ambiente, Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, IBAMA, ICMBio e órgãos estaduais de meio ambiente.

A implementação bem-sucedida do conceito requer investimentos em capacitação de servidores públicos, desenvolvimento de tecnologias nacionais e criação de mecanismos de participação social. Esses investimentos podem ser financiados mediante recursos do Fundo Nacional do Meio Ambiente e de organismos internacionais de cooperação.

A articulação com políticas setoriais, como agricultura, mineração e infraestrutura, é fundamental para assegurar aplicação transversal do conceito de sustentador. Isso requer integração entre diferentes setores governamentais e alinhamento com estratégias nacionais de desenvolvimento sustentável.

METODOLOGIA

A presente pesquisa, quanto à natureza, se traduz em pesquisa básica, adotando, quanto à abordagem qualitativa e quanto aos objetivos, exploratória, fundamentada em revisão bibliográfica sistemática e análise documental. A escolha metodológica justifica-se pela complexidade e multidimensionalidade do objeto de estudo – a interseção entre direito, sustentabilidade e inovação tecnológica – que requer análise interpretativa das relações entre os conceitos envolvidos.

A revisão bibliográfica abrangeu obras de referência no campo do direito ambiental, ética

tecnológica e políticas públicas para inovação sustentável. Foram examinados autores clássicos como Hans Jonas, Elinor Ostrom e contemporâneos como Mariana Mazzucato, Luciano Floridi e Bruno Latour, construindo base teórica sólida sobre os princípios éticos da responsabilidade ambiental, governança de bens comuns e papel das tecnologias emergentes.

A análise documental incluiu documentos legais nacionais e internacionais, como a Constituição Federal de 1988, a Lei de Crimes Ambientais, o Código Florestal, a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD), bem como propostas legislativas em tramitação relacionadas à inovação sustentável. Também foram analisados documentos técnicos de organismos multilaterais, incluindo relatórios do IPCC, OCDE, PNUMA e ONU.

Complementarmente, realizou-se análise de experiências internacionais sobre o uso de tecnologias digitais no monitoramento ambiental, destacando contextos regulatórios da União Europeia, Estados Unidos, Canadá e países latino-americanos.

As ferramentas técnicas utilizadas incluíram análise de conteúdo (Bardin, 2011), triangulação de fontes e codificação temática para sistematização dos achados.

CONCLUSÃO

Esta pesquisa buscou demonstrar que a convergência entre direito ambiental e inovação tecnológica constitui fronteira promissora para o enfrentamento da crise climática contemporânea. O conceito de sustentador, tal como proposto, oferece marco conceitual e normativo para operacionalizar essa convergência de forma ética, transparente e democraticamente legitimada.

A análise evidenciou que tecnologias emergentes como inteligência artificial, sensoriamento remoto, blockchain e análise de big data possuem potencial transformador para ampliar a eficácia da fiscalização ambiental. Contudo, esse potencial permanece subutilizado devido à ausência de marco regulatório específico que reconheça e discipline seu uso por agentes intermediários qualificados.

O sustentador emerge como figura jurídica capaz de articular Estado, sociedade civil e setor privado em torno de objetivos ambientais comuns, superando limitações dos modelos tradicionais de regulação ambiental baseados exclusivamente na autoridade estatal. Diferentes configurações institucionais, órgãos públicos especializados, organizações da sociedade civil qualificadas, empresas certificadas ou sistemas tecnológicos auditáveis – podem assumir o papel

de sustentador, desde que observem princípios de transparência, participação social e accountability.

A experiência jurisprudencial brasileira e internacional demonstra crescente reconhecimento da validade de tecnologias de monitoramento como instrumentos de proteção ambiental, estabelecendo precedentes importantes para a legitimação do papel do sustentador. Contudo, questões éticas e procedimentais complexas, relacionadas à privacidade, transparência algorítmica e participação social, requerem regulamentação específica.

A crise climática contemporânea exige transformações profundas nos modelos de desenvolvimento e governança ambiental. O direito, como instrumento de transformação social, deve acompanhar e orientar essas mudanças, incorporando inovações tecnológicas de forma ética e democraticamente legitimada.

O conceito de sustentador representa uma entre múltiplas inovações institucionais necessárias para enfrentar os desafios ambientais do século XXI. Sua implementação bem-sucedida depende de vontade política, investimento em capacitação e, fundamentalmente, participação ativa da sociedade civil.

O futuro da proteção ambiental no Brasil depende da capacidade de articular tradição jurídica sólida com inovação tecnológica responsável. O sustentador pode constituir ponte importante nessa articulação, desde que sua implementação seja orientada por princípios éticos e democráticos que caracterizam o melhor da tradição jurídica brasileira.

A era tecnológica exige nova ética da responsabilidade (Hans Jonas, 2006). O conceito de sustentador busca operacionalizar essa ética no campo específico do direito ambiental, contribuindo para a construção de futuro mais justo e sustentável para as presentes e futuras gerações.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA LUPA. **Relatório anual de checagem de fatos**. Rio de Janeiro: Lupa, 2023.

ALMEIDA, C. A. *et al.* **Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicados ao Monitoramento Florestal**. São Paulo: Oficina de Textos, 2020.

ANTUNES, Paulo de Bessa. **Direito Ambiental**. 19. ed. Rio de Janeiro: Lumens Juris, 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). **Regulamento Brasileiro de Drones (RBAC-E 94/2023)**. Brasília: ANAC, 2023.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2011.

BENJAMIN, A. H. V. **Meio ambiente e Constituição**. São Paulo: Revista dos Tribunais, 1995.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília: Diário Oficial da União, 5 out. 1988.

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente. Diário Oficial da União, Brasília, 2 set. 1981.

BRASIL. **Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998**. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente. Diário Oficial da União, Brasília, 13 fev. 1998.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Diário Oficial da União, Brasília, 3 ago. 2010.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Diário Oficial da União, Brasília, 28 maio 2012.

BRASIL. **Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018**. Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD). Diário Oficial da União, Brasília, 15 ago. 2018.

BRASIL. **Lei nº 13.887, de 17 de outubro de 2019**. Dispõe sobre os princípios, as diretrizes e os fundamentos da Política Nacional de Inteligência Artificial. Diário Oficial da União, Brasília, 18 out. 2019.

BRASIL. **Lei nº 14.119, de 13 de janeiro de 2021**. Institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais. Diário Oficial da União, Brasília, 14 jan. 2021.

BRASIL. **Lei nº 14.195, de 26 de agosto de 2021**. Dispõe sobre a melhoria do ambiente de negócios no Brasil. Diário Oficial da União, Brasília, 27 ago. 2021.

BRASIL. Supremo Tribunal Federal - STF. **Ação Direta de Inconstitucionalidade (ADI) nº 6.808/DF**. Relator: Min. Alexandre de Moraes. Brasília: Diário de Justiça Eletrônico, 15 de março de 2022.

BRASIL. Superior Tribunal De Justiça – STJ. **Recurso Especial (RE) nº 1.695.175/SP**. Relator: Min. Herman Benjamin. Brasília: Diário de Justiça Eletrônico, 8 de junho de 2021.

CASTELLS, M. **A sociedade em rede**. 6. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1999.

COECKELBERGH, M. **AI Ethics**. Cambridge: MIT Press, 2020.

DONEDA, D. **Da privacidade à proteção de dados pessoais: elementos da formação da Lei Geral de Proteção de Dados**. Rio de Janeiro: Gen Forense, 2015.

FARIAS, T. **Direito Ambiental Esquematizado**. 8. ed. São Paulo: Método, 2021.

FIORILLO, C. A. P. **Curso de direito ambiental brasileiro**. 22. ed. São Paulo: Saraiva, 2023.

FLORIDI, L. **The Ethics of Artificial Intelligence**. Oxford: Oxford University Press, 2021.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). **The State of the World's Forests 2024. Roma: FAO, 2024.** Disponível em: <http://www.fao.org/state-of-forests>. Acesso em: 26 ago. 2025.

HABERMAS, J. **Direito e democracia: entre facticidade e validade**. 2. ed. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 1997.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Relatório Anual do PRODES 2024. São José dos Campos: INPE, 2024.** Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/prodes>. Acesso em: 26 ago. 2025.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Climate Change 2023: Synthesis Report**. Geneva: IPCC, 2023.

JONAS, H. **O princípio da responsabilidade: ensaio de uma ética para a civilização tecnológica**. 2. ed. Rio de Janeiro: PUC-Rio; Contraponto, 2006.

LATOUR, B. **Onde aterrar? Como se orientar politicamente no Antropoceno**. Rio de Janeiro: Bazar do Tempo, 2020.

MAZZUCATO, M. **O valor de tudo: refazendo o papel do Estado na economia**. São Paulo: Portfolio Penguin, 2020.

MILARÉ, É. **Direito do ambiente: a gestão ambiental em foco**. 12. ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2022.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **Digital technologies and the environment**. Paris: OECD Publishing, 2021. Disponível em: <https://www.oecd.org/environment/digital-technologies-and-the-environment.pdf>. Acesso em: 26 ago. 2025.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável**. Nova York: ONU, 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/91863-agenda-2030>. Acesso em: 26 ago. 2025.

OLIVEIRA, M. S. **Drones e LGPD: Os Limites do Monitoramento Ambiental**. Revista de Direito da Tecnologia, São Paulo, v. 12, n. 2, p. 145-167, 2024.

OSTROM, E. **Governing the commons: the evolution of institutions for collective action**. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.

SACHS, I. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: Garamond, 2002.

SILVA, T. D. **Fake news e redes sociais: um desafio para a democracia**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2021.

WORLD ECONOMIC FORUM. **The future of nature and business**. Geneva: WEF, 2020. Disponível em: <https://www.weforum.org/reports/the-future-of-nature-and-business>. Acesso em: 26 ago. 2025.

WORLD RESOURCES INSTITUTE (WRI). **Global Forest Watch: Tecnologias para o Combate ao Desmatamento em Tempo Real**. Washington: WRI, 2023. Disponível em: <https://www.globalforestwatch.org>. Acesso em: 26 ago. 2025.