

IA: SUA REPERCUSSÃO NO DIREITO AO MEIO AMBIENTE SADIO E EQUILIBRADO E NA SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL
AI: ITS IMPACT ON THE RIGHT TO A HEALTHY AND BALANCED ENVIRONMENT AND ON ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY

Maria Helena Diniz

Doutora e Mestre em Teoria Geral do Direito e Filosofia do Direito pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo - PUC-SP. Livre Docente e Titular de Direito Civil da PUC-SP, por Concursos de Títulos e Provas. Professora de Direito Civil no Curso de Graduação da PUC-SP. Professora de Filosofia do Direito, de Teoria Geral do Direito e de Direito Civil Comparado nos Cursos de Pós-Graduação (Mestrado e Doutorado) em Direito da PUC-SP. Coordenadora da Linha de pesquisa em Direito Civil Comparado nos cursos de Pós-Graduação em Direito da PUC-SP. Doutora *honoris causa* da Unimar. Professora Emérita da Faculdade de Direito de Itu. Membro Benemérito do Instituto de Sílvio Meira. Sócia honorária do IBDFAM. Membro da Academia Paulista de Direito (Cadeira 62 – patrono Oswaldo Aranha Bandeira de Mello); da Academia Notarial Brasileira (Cadeira 16 – patrono Francisco Cavalcanti Pontes de Miranda), do Instituto de Direito Comparado Luso-brasileiro. Membro do IASP (Instituto dos Advogados de São Paulo). Membro honorário da internacional Federação dos Advogados da Língua Portuguesa (FALP). Presidente do Instituto Internacional de Direito – IID. São Paulo (Brasil).
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2679610153406796>.

Autora convidada.

RESUMO

Neste artigo procuramos fazer uma reflexão não só sobre o direito ao meio ambiente sadio e equilibrado como também sobre a questão da sustentabilidade ambiental, ressaltando a responsabilidade civil por dano ecológico, os riscos ambientais oriundos do uso da IA e a urgência de haver uma utilização inteligente dessa tecnologia para garantir a sustentabilidade, sem olvidar, da necessidade de regulamentação da IA, impondo restrições à sua aplicação para que não haja dano ambiental.

PALAVRAS-CHAVE: meio ambiente sadio e equilibrado; riscos ambientais; sustentabilidade ambiental; utilização inteligente de IA.

ABSTRACT

In this article, we seek to reflect not only on the right to a healthy and balanced environment but also on the issue of environmental sustainability, highlighting civil liability for ecological damage, the environmental risks arising from the use of AI, and the urgent need for the intelligent use of this technology to ensure sustainability—without forgetting the need to regulate AI by imposing restrictions on its application to prevent environmental damage.

KEYWORDS: *healthy and balanced environment; environmental risks; environmental sustainability; intelligent use of AI.*

1 NOTA DA AUTORA

Ante o rápido avanço da IA que vem destruindo o meio ambiente causando graves lesões à natureza e às pessoas, necessário seria um estudo baseado em pesquisas, tendo por suporte a teoria tridimensional do direito empregando o método lógico-dialético, para salientar não só os perigosos riscos advindos do uso desenfreado da IA para a humanidade e o meio ambiente, mas também a questão da reparação do dano ecológico. Constitui um desafio para o século XXI uma análise das consequências nefastas da IA e dos meios práticos e legais que devem ser aplicados para que se tenha uma utilização da IA voltada à sustentabilidade ambiental e ao respeito à dignidade humana.

2 DIREITO AO MEIO AMBIENTE SADIO E EQUILIBRADO E A RESPONSABILIDADE CIVIL POR DANO ECOLÓGICO

Uma vida saudável implicaria o direito a um ambiente ecologicamente equilibrado, que, por ser corolário daquela, deverá ser garantido tendo em vista as presentes e futuras gerações (Figueiredo; Silva, 1998, p. 137). O direito ao meio ambiente sadio é um direito humano, consagrado pela norma constitucional como um dos direitos fundamentais. Com isso, todos têm a obrigação de reconhecer o direito ao meio ambiente e de proteger os interesses ambientais, pois os demais direitos humanos básicos pressupõem um meio ambiente saudável (Scharader-Frechette, 12:329-39; Bobbio, 1992, p. 6). Dessa forma, a doutrina tem identificado o direito ao meio ambiente como um dos direitos de solidariedade ou fraternidade (Rousseau, 1987, p. 125; Vasak, 1979).

O desenvolvimento econômico e a sobrevivência da espécie humana, da fauna e da flora requerem o saneamento da terra e uma boa administração dos recursos naturais (Milaré, 37:5).

Mas parece que o ser humano, a sociedade e o Poder Público não se conscientizaram da importância da preservação da natureza. Ramón Martín Mateo (1977, p. 21) observa, com muita propriedade, que: *“el hombre de hoy usa e abusa de la naturaleza como si hubiera de ser el último inquilino de este desgraciado planeta, como si detrás de él no se anunciara un futuro. La naturaleza se convierte así en el chivo expiatorio del progreso”*. Deveras, em todas as partes do mundo, denota-se uma crise ambiental, provocada pelas agressões à natureza para atender às necessidades humanas e sociais. Em nome do progresso econômico e social, desenvolveram-se técnicas que, por explorar inadequadamente a natureza, causam poluição de toda sorte e

degradação do meio ambiente, colocando em risco a vida do homem e das demais espécies que povoam a Terra¹, dando origem à crise ambiental.

Não há como negar os serviços prestados à humanidade pelos ecossistemas naturais na forma de alimentos, remédios e produtos, mas, ao lado desses enormes benefícios, a crescente urbanização, a caça e pesca predatórias, a agressão às florestas, com o desmatamento para fins agrícolas, pecuários ou industriais, o aumento populacional, a má distribuição da renda, a acelerada industrialização, o uso da energia nuclear, a atividade indiscriminada de mineração, as recentes conquistas tecnológicas, os processos agrobiológicos, o uso de defensivos agrícolas ou de insumos químicos para aumentar a colheita, as inovações da engenharia genética, o sequenciamento total de vários genomas, inclusive o humano, o desenvolvimento da tecnologia do DNA recombinante, a introdução, no meio ambiente, de protótipos vegetais e organismos engenheirados de interesse agropecuário, o cultivo em grande escala, o lançamento, no mercado, de produtos de plantas e animais transgênicos e a utilização indiscriminada de recursos naturais não renováveis, tudo isso alterou a ordem natural da Terra, trazendo fatos danosos à saúde, à segurança e ao bem-estar da população e lesivos à fauna e à flora, tais como: poluição aquática, atmosférica, sonora, visual e hormonal; ressecamento do solo; alteração das condições climáticas; chuvas ácidas; modificação no patrimônio genético de qualquer organismo vivo; deslizamento de morros; lixo atômico ou nuclear; aumento do volume de lixo urbano nas periferias metropolitanas; proliferação de moléstias como saturnismo, anencefalia, silicose, leucopenia e asbestose; surtos de infecções, diarreias e verminoses generalizadas entre crianças pobres; intoxicações pelo uso desmedido de agrotóxicas e mercúrio; escassez de água; depauperação da camada de ozônio; diminuição de áreas florestais; multiplicação de desertos; destruição não só dos *habitats* como também do patrimônio histórico, arqueológico, artístico, turístico e cultural; queda na qualidade de vida urbana e rural; erosão do solo; consumo excessivo de energia e a iminência de esgotamento de recursos naturais não renováveis (Paviani, 4:195-201; Nardini, 9:29; Camarini, 1987, p. 109-110; Salzano, 5:166-167, 169-170).

Tais agressões ecológicas ou assaltos ao meio ambiente atingem toda a humanidade, surgindo as questões: Quanto vale um metro cúbico de ar, ou de água, ou de biodiversidade? (Garcia, 11:495-500) De que vale uma grande produção de gêneros alimentícios se são

¹ Consulte: TOURINHO NETO, Fernando da Costa. Dano ambiental. *Consulex*, v. 1, n. 2, p. 18–23, fev., 1997. p. 19-20; SANTOS, Antônio Silveiro R. dos. Vida selvagem: importância e proteção. *Revista APMP*, 31:71-3. Há dispositivos no Protocolo de Kyoto para financiamento de projetos de países de Terceiro Mundo que economizem emissão de gases poluentes no meio ambiente entre 2008 e 2012. Por isso, algumas empresas, para assegurarem o direito de continuarem exercendo suas atividades poluidoras, estão preservando áreas florestais.

transgênicos ou se estão contaminados com agrotóxicos? Para que serviria leite retirado de animal que contém hormônios nocivos ao ser humano? (Nardini, 9: 29).

Como compatibilizar as tendências do progresso socioeconômico com a preservação do equilíbrio ecológico? Como o desenvolvimento industrial poderia ser compatível com a restauração do meio ambiente? A riqueza gerada com a poluição compensaria os danos causados?

Como conciliar a busca da riqueza com o bem-estar da população, sem agredir a natureza? Como explorar adequadamente os recursos naturais e recuperar a qualidade ambiental? Como progredir e manter a diversidade biológica? Como pôr um fim à cultura predatória?

Sendo o *homo sapiens*, dentro da megadiversidade da natureza, a espécie dominante da Terra e detentora de suas riquezas, a ele compete a preservação das demais espécies que povoam o planeta (Salzano, 5:165).

Urge uma conscientização de todos quanto aos grandes riscos decorrentes dessa desordem ecológica, dando preponderância ao ecodesenvolvimento, ou melhor, ao desenvolvimento sustentável, na busca de uma conciliação entre o desenvolvimento, a preservação ecológica e a melhoria da qualidade de vida humana, como nos ensina Édís Milaré (37:7-8). Para tanto, bastaria uma política ambiental direcionada à gestão racional e planejada dos recursos da natureza, evitando seu uso predatório, preservando as biodiversidades. É preciso, dentro dos limites da capacidade de suporte dos ecossistemas, adotar medidas, sem rejeitar os avanços tecnológicos, que tragam benefícios para uma sadia qualidade de vida das gerações presentes e futuras².

Realmente, não há por que parar com a exploração de minérios, com a extração de madeira, com a pesca, com a caça, com a biotecnologia, com a energia nuclear, com a indústria etc., pois tudo isso poderá continuar, mas de forma racional, sem a utilização de instrumentos devastadores e sem brutal agressão ao meio ambiente (Tourinho Neto, 1997)³. Para que haja equilíbrio e higidez do meio ambiente, sem alteração dos ecossistemas, o ser humano, a sociedade e o Estado deverão enfrentar o desafio ecológico, impondo padrões de

² Sobre o princípio do desenvolvimento sustentável, consulte: FIORILLO, Celso Antonio Pacheco e DIAFÉRIA, Ádriana. *Biodiversidade e patrimônio genético no direito ambiental brasileiro*. São Paulo: Max Limonad, 1999. p. 31-32. Para a *World Commission on Environment and Development* (WCED), desenvolvimento sustentável é o que atende às necessidades do presente sem comprometer a capacidade de as futuras gerações atenderem às suas próprias necessidades, ou o que melhora a qualidade de vida humana dentro dos limites da capacidade de suporte dos ecossistemas.

³ Assim, se houver desmatamento, faça-se o replantio de árvores. A caça e a pesca predatórias deverão ser vedadas, porém, nada obsta a que se continue pescando ou caçando, desde que observadas as épocas apropriadas.

comportamento que sejam cogentes para que haja maior preservação da natureza por ocasião da exploração de seus recursos, e menos riscos às gerações do presente ou do futuro. Para tanto seria imprescindível: o reforço da função socioambiental da propriedade urbana e rural, garantindo a perpetuação das riquezas ambientais, mediante o aproveitamento adequado dos recursos naturais disponíveis; a observância das relações de trabalho, favorecendo o bem-estar dos trabalhadores; o controle das atividades econômicas predatórias; a preservação do meio ambiente; a proteção das espécies ameaçadas de extinção (p. ex., o mico-leão-dourado); o desdobramento de novas formas de prestação de serviços públicos, impedindo a desestruturação administrativa dos órgãos ambientais em muitas regiões e a falta de interesse político de várias Prefeituras e Câmaras no controle ambiental; o desenvolvimento de uma política agrícola; a criação de programas de colonização; a consecução de financiamentos e incentivos governamentais; o fomento de uma educação ambiental; o zoneamento e planejamento urbanístico, ordenando o trânsito, as áreas verdes e as construções; a desapropriação direta e indireta em áreas de interesse ambiental; maior seriedade nos serviços de saneamento; a edição de normas urbanísticas, administrativas e penais para efetiva obtenção do equilíbrio entre a necessidade de produção e a obrigação de preservação ambiental; isenções na tributação; a efetivação de programas de controle da poluição; a concessão de incentivos fiscais e de sanções premiais; o aumento da fiscalização das ações de agentes poluidores contra os ecossistemas, principalmente os mais frágeis (Mata Atlântica, manguezais, praias, rios etc.), pelos órgãos competentes e pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA); a proteção de áreas territoriais; a promulgação de leis relativas aos instrumentos de controle do acesso a recursos genéticos ou dos organismos geneticamente modificados ou à utilização científica de plantas e animais (Nardini, 9:30-31; Barroso, 1993, p. 240-241); a reciclagem do lixo; a destinação de verbas ou de recursos financeiros para viabilizar a realização de políticas ambientais ou para salvar a biodiversidade; a instituição de mecanismos para maior responsabilização da sociedade e do Poder Público por omissão na preservação ambiental ou para uma participação obrigatória dos entes federados e dos Municípios na elaboração de planos ou de programas de ação voltados à proteção do meio ambiente; a criação de instrumentos legais (convênios e consórcios) e financeiros para integrar Estados e Municípios na atuação planejada em prol da ecologia; maior investimento na atuação preventiva estatal para evitar a degradação no meio ambiente; a dinamização na elaboração de estudos de impacto ambiental, para instalação de obras ou atividades potencialmente causadoras de dano ambiental; a deflagração de processo interventivo quando o direito ao meio ambiente estiver sob o risco de grave degradação; o ataque às causas e aos fatores conducentes à prática de crimes ambientais

(Piovesan, 4:80-81, 85, 95-96.)⁴; e a participação comunitária na tutela do ambiente, nos processos de elaboração de normas ambientais, na formulação e na execução de políticas ambientais, nas ações populares (Milaré, 317:79-87), nos Conselhos do Meio Ambiente, nas audiências públicas, nos estudos de impacto ambiental e nos processos de licenciamento ambiental, para que haja transparência nas decisões da Administração alusivas ao direito ambiental.

O direito ao meio ambiente sadio e ecologicamente equilibrado é o direito à vida e à preservação de tudo o que for imprescindível para sua boa qualidade, e somente poderá ser conquistado pela conformação das atividades socioeconômicas no sentido de que se deve respeitar a biodiversidade para evitar a degradação ambiental. Só a obediência ao princípio da defesa do meio ambiente possibilitaria a concretização do direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado (Derani, 1998, p. 96-100) para as gerações presentes e futuras. A atual geração não tem o direito de destruir o meio ambiente, pois dele poderá retirar frutos e produtos indispensáveis à sua sobrevivência, tendo o dever de protegê-lo e conservá-lo, para transmiti-lo à geração futura, fundando-se, portanto, no princípio da perpetuação das espécies (Figueiredo; Silva, 1998, p. 143-144).

O direito à vida situa-se na base da última *ratio legis* da seara do direito internacional dos direitos humanos e do direito ambiental, voltado à tutela e à sobrevivência da pessoa humana e da humanidade (Trindade, 1993, p. 81), daí a necessidade do reconhecimento do direito a um meio ambiente sadio, entendido como sendo o direito às condições de vida que assegurem a saúde física, mental, moral e social, a própria vida, assim como o bem-estar das gerações presentes e futuras". O direito ao meio ambiente hígido e ecologicamente equilibrado é o pressuposto para o exercício dos demais direitos fundamentais, considerando-se que o seu objeto é o direito à vida, abrangendo o direito de viver e a qualidade de vida (Harb, 16:79-80; Sirvinskis, 2002).

Surge um constitucionalismo ecológico, pois a maioria dos países, em norma constitucional, impôs ao Estado o dever de defender o meio ambiente e de controlar as atividades que o possam poluir e a todos a obrigação de abster-se de ações atentatórias ou lesivas ao ambiente, conferindo aos lesados o direito de fazer cessar, por meio do emprego de

⁴ Consulte, ainda: Sebastián Borges de Albuquerque Mello. Meio ambiente e urbanismo — competência municipal. *Revista Jurídica dos Formandos em Direito da UFBA*, 4:365-382; GRANZIERA, M. Luiza M. Aspectos jurídicos do saneamento. In *Temas de direito ambiental e urbanístico*. Guilherme José Purvin de Figueiredo (org.). São Paulo: M. Limonad, p. 257-285, 1998; KRELL, Andreas J. A situação atual do direito ambiental no Brasil: questões polêmicas. *Jornal do Direito*, 4:4; VIEIRA, Roberto dos Santos. Legislação ambiental e a questão amazônica. In *1 Encontro de Juizes Federais da Região Amazônica*. Brasília, 1994. p. 52 e 55.

medidas não jurisdicionais, ou jurisdicionais, esses atentados e de pleitear indenizações por danos patrimoniais e morais⁵.

O direito ao meio ambiente sadio e ecologicamente equilibrado e o de impedir a degradação ambiental são outorgados a todos e tutelados normativamente, tanto no âmbito interno como no internacional⁶.

O direito não pode ficar inerte ante a triste realidade da devastação ecológica, pois o homem está, com suas conquistas científicas ou tecnológicas, destruindo os bens da natureza, que existem para o seu bem-estar, alegria e saúde; contaminando rios, lagos, com despejos industriais, contendo resíduos da destilação do álcool, de plástico, de arsênico, de chumbo ou de outras substâncias venenosas; devastando florestas; destruindo reservas biológicas; represando rios, usando energia atômica ou nuclear.

Não há dúvida de que o crescimento da produção de bens e o avanço da tecnologia se fazem acompanhar de um aumento de flagelos sociais. Mas, como pontifica sabiamente Bertrand de Jouvenel, essa “produção do flagelo começa como um ligeiro fio d’água que passa despercebido até o momento em que se transforma em rio e, então, suprimi-lo torna-se um problema de Estado”. Com isso está causando graves riscos à humanidade. P. ex.: na Baía de Minamata no Japão, entre 1953 e 1960, 100 pessoas morreram e 2.000 ficaram inutilizadas pela “doença do gato” com convulsões, cegueira, loucura e desarticulação motora, em razão de contaminação por mercúrio, resultante de despejo industrial. Se houver um acidente numa usina nuclear, esse fato poderá ocasionar a morte de mais de 150 mil pessoas, destruir ou danificar propriedades numa área de 1.000 km², provocando ainda mutações genéticas imprevisíveis.

O dano ecológico tem causado graves e sérias lesões às pessoas, às coisas ou ao meio ambiente, urgindo sua reparação, por envolver não só abuso no exercício de um direito (CC, art. 188, I), mas também perigosos riscos, pois, nas palavras de Coulombel, o verdadeiro problema para numerosos indivíduos atingidos em sua pessoa e nos seus interesses não é saber o que vale sua causa, no plano jurídico, mas verificar se são bastante fortes social, pecuniária e moralmente para afrontar um adversário que nada será capaz de fazer recuar.

⁵ KISS, M. Alexandre Clarles, no seu curso sobre direito ao meio ambiente, ministrado, em 1979, em Strasbourg, arrolou algumas Constituições que contemplaram o direito ao meio ambiente, como: Constituição da República Democrática Alemã de 6-4-1968, art. 15, al. 2; Constituição da Bulgária de 16-5-1971, art. 31; Constituição da Suíça de 6-6-1971, art. 24; Constituição da Iugoslávia de 21-2-1974; Constituição da Grécia de 11-6-1975, art. 24, al. 1; Constituição da Polônia de 10-2-1976, art. 12; Constituição de Portugal de 2-4-1976, art. 66; Constituição soviética de 4-10-1977, art. 18; Constituição da Espanha de 28-10-1978, art. 45.

⁶ Consulte: SILVA, Jônathas. Meio ambiente – a contribuição do jurista. *Cadernos de Direito Constitucional e Ciência Política*, 23:178-86. DINIZ, Maria Helena. *Estado atual do Biodireito*. São Paulo: Saraiva, 2002. p. 202, 607-618.

Por essa razão, mesmo que o dano ecológico acarrete luta desigual, competirá ao legislador ou ao órgão judicante restabelecer o equilíbrio, considerando o fenômeno sob o prisma da gravidade de seus efeitos, de suas anormalidades, das repercussões que possa ter, de sua continuidade, pois não deverá apreciá-lo se passageiro ou acidental, e do grau de tolerabilidade, sempre levando em conta as condições da vida moderna.

Não poderia haver responsabilidade subjetiva do causador do dano ecológico, se se verificasse que o evento danoso poderia ter sido evitado, mediante providências cautelares, de acordo com os progressos atuais da ciência. Mas como sua culpa nem sempre poderia ser demonstrada, a Lei n. 6.938/81, art. 14, § 1º, e a jurisprudência (RT, 625:157) têm-se firmado pela responsabilidade objetiva baseada no risco, ante a fatalidade da sujeição dos lesados ao dano ecológico, sendo irrelevante a discussão sobre a culpa do lesante, que somente poderá alegar em sua defesa: negação da atividade poluidora e inexistência do dano. Assim, a empresa privada deverá reparar todas as vítimas pelo prejuízo decorrente de seu funcionamento, desde que haja, obviamente, liame de causalidade entre o dano e a atividade do sujeito passivo da obrigação ressarcitória. Mas, se os danos forem nucleares, outros serão seus princípios norteadores (Leis n. 6.453/1977 e 12.732/2012; CF, art. 225, § 6º, 21, XXIII, *a, b, c*, 177, V, § 1º, 200, VII, CC, art. 927, § único). Assim sendo, se vários forem os fatos lesivos, mesmo culposos, mas se um deles, podendo evitar o dano, interveio e causou o prejuízo, só ele é causa. Se todos contribuíram para o evento danoso, que não ocorreria se não houvesse a conjugação deles, todos serão tidos como causas concorrentes (CC, art. 942). Logo, será imprescindível, na ação regressiva, apurar se a atividade incriminada causou o prejuízo, pois justo não seria que os demais lesantes arcassem, sem direito ao reembolso, pelo que poderia ter evitado a poluição com o dano por eles causado parcialmente.

Os prejudicados terão direito a uma reparação ilimitada, embora haja, hodiernamente, tendência de se adotar uma indenização tarifária, a fim de evitar a ruína das empresas, cuja conservação é necessária.

O magistrado, para restabelecer o equilíbrio, deverá impor a reparação para os casos de necessidade e inevitabilidade da atividade danosa e a interdição para os casos em que o ato pernicioso seja incompatível com a conservação da vida num ambiente tolerável. Ante os abusos cometidos, é preciso intimidar os agentes do dano ecológico, pois a simples perspectiva do ônus da reparação é insatisfatória. Daí a imposição da responsabilidade penal, inclusive das pessoas jurídicas (Lei n. 9.605/98 e CF/88, art. 225, § 39). Não basta a promulgação de leis que os condenem severamente, prestigiadas pelo sentimento geral de sua necessidade e por entidades de defesa do meio ambiente, que tenham à sua disposição meios judiciais que as

habilitem a agir, corrigindo o classicismo das normas de legitimação processual, por sua ampliação à condição de ação popular. A ação popular, ao lado dos remédios reparatórios, é um grande instrumento para proteger o interesse coletivo na seara do dano ecológico ao lado da ação civil pública do mandado de segurança coletivo, do mandado de injunção, da ação de inconstitucionalidade por ação ou omissão. É óbvio que a norma jurídica não pode impedir que um navio derrame petróleo no mar ou que um avião caia carregado de bombas atômicas, mas poderá responsabilizar severamente aquele em cujo proveito se transporta petróleo e impedir que o risco da explosão atômica ameace a destruição progressiva ou paulatina da humanidade. No âmbito do direito internacional, muitos órgãos, para garantir a cada um o direito de gozar de um ambiente são e de viver na dignidade e no bem-estar, têm procurado formas para assegurar e consagrar como legítimo interesse de agir em juízo a pretensão individual ou coletiva à comunidade contra os danos à ecologia, impedindo a atividade poluidora ou exigindo que ela tome medidas para assegurar a incolumidade pública ou da sua vizinhança⁷, mas não

⁷ Este é o ensinamento de AGUIAR DIAS (*Da responsabilidade civil*. Rio de Janeiro: Forense, 1979, v. 2, n. 186-A), que aqui resumimos. Consulte a obra de CAMPOS, Diogo Leite de. Ambiente e responsabilidade civil. *Revista de Direito Comparado Luso-Brasileiro*, n. 2, p. 60-77; DUARTE, Marise C. de S.. Limitações ambientais ao direito de propriedade e a posição do Superior Tribunal de Justiça: uma aplicação do princípio da função socioambiental da propriedade. *A Fazenda Pública à luz da atual jurisprudência dos tribunais brasileiros*. GABURRI, Fernando e DUARTE Bento H. (coord.). Curitiba: Juruá, 2011. p. 229-254; MARQUES NETO, Floriano de Azevedo. A possibilidade de restrição de acesso a bens públicos de uso comum por questões ambientais e urbanísticas. *Revista do IASP*, 13:13-37; YARYD, Anna Trotta e LISBOA, Roberto Senise. O sistema de coleta de lixo urbano e os riscos de danos ao meio ambiente e ao trabalhador. *Questões de direito civil e o novo Código*, 2004, p. 478-525; BARACHO, José Alfredo de O. A proteção jurídica do meio ambiente e a liberação do metanol. *Ciência Jurídica*, 31:35; FIORILLO, Celso Antônio Pacheco e RODRIGUES, Marcelo Abelha. *Direito ambiental e patrimônio genético*. Belo Horizonte : Del Rey, 1996; FIORILLO, Celso Antônio Pacheco e RODRIGUES, Marcelo Abelha. *Manual de direito ambiental e legislação aplicável*. São Paulo: Max Limonad, 1997; FIORILLO, Celso Antônio Pacheco. Estado e preservação: a perspectiva ambiental no âmbito da legislação em vigor. *Revista do Programa de Pós-Graduação da PUC/SP*, 1995; FIORILLO, Celso Antônio Pacheco. Fundamentos constitucionais da Política Nacional do Meio Ambiente — comentários do art. 1º da Lei n. 6.938/91. *Cadernos de Direito Constitucional e Ciência Política*, 13:145-57; LAUBÉ, Vitor Rolf. Perfil constitucional do meio ambiente. *Cadernos de Direito Constitucional e Ciência Política*, 4:216-26; PIOVESAN, Flávia. O direito ao meio ambiente e a Constituição de 1988: diagnóstico e perspectivas. *Cadernos de Direito Constitucional e Ciência Política*, 4:75-97; HIRONAKA, Giselda Maria Fernandes Novaes. Um matiz ecológico. A propriedade agrária com responsabilidade ecológica vista pelo moderno ângulo constitucional brasileiro. *Revista Literária de Direito*, 1:14-15; CAMARANI, José Vicente Silva. A poluição ambiental no sistema jurídico brasileiro — uma proposta civil por dano ecológico e a atuação tutelar do Ministério Público. In *Temas de direito urbanístico*. São Paulo: Revista dos Tribunais, 1987, v. 1, p. 123-36; TEIXEIRA, Sálvio de Figueiredo. A defesa do meio ambiente, a urbanização e a prevenção dos conflitos no Brasil. Os direitos humanos no sistema interamericano. *JSTJ*, 11:45-56; CAMPOS FRANÇA, Maria Adelaide de. A reparação do dano ecológico. *Revista da Escola Paulista da Magistratura*, n. 1, p. 10510, 1996; MARREY, Luiz Antonio G. Dano ambiental: queimadas. *RT*, 713:88; CUSTÓDIO, Helita B. Poluição ambiental e genocídio de grupos indígenas. *RDC*, 59:80; CUSTÓDIO, Helita B. Condutas lesivas à fauna silvestre. *RDC*, 64:87; KRELL, A. J. Concretização do dano ambiental. Algumas objeções à teoria do risco integral. *RIL*, 139:23; BITTENCOURT e KOCHINSKI Marcondes. Lineamentos da responsabilidade civil ambiental. *RT*, 740:53; FREITAS, Vladimir Passos de. *A Constituição Federal e a efetividade das normas ambientais*. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2000; CUSTÓDIO, Helita B. Uma introdução à responsabilidade civil por dano ambiental. *RDC*, 75:69; MORATO LEITE, José Rubens. Dano ambiental — do individual ao coletivo extrapatrimonial. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2003; MORAES, Luiz Carlos S. de. *Curso de direito ambiental*. São Paulo: Atlas, 2001; SAINTCLAIR, H. Santos. *Direito ambiental*. Curitiba: Juruá, 2005; MOREIRA, Luciana R. L. *Direito ambiental*. Curitiba: Juruá, 2005; MORATO, Antonio Carlos. A proteção jurídica do bem ambiental. *Revista IASP*,

será preciso criar mecanismos que eliminem as causas da degradação do meio ambiente. A ONU, por exemplo, estuda a criação de um ombudsman mundial para a defesa da ecologia.

3 USO DA IA: RISCOS AMBIENTAIS DO USO DA IA

As mudanças climáticas e o aquecimento global levaram o ser humano a estudar melhores tecnologias para combatê-los. Mas será que IA poderá contribuir para atingir as metas de sustentabilidade (PORTAL SUSTENTABILIDADE, 2023)? Não poderia trazer riscos para o meio ambiente?

O treinamento de modelos de IA gera grandes quantidades de dióxido de carbono e pode impactar o meio ambiente. Deveras, a Universidade de Massachusetts Amherst, nos Estados Unidos, descobriu que um único modelo de IA pode emitir uma quantidade de dióxido de

9:24-39; SOARES, Guido F. Silva. *Direito internacional do meio ambiente*. São Paulo: Atlas, 2001; CONSTANTINO, Carlos E. *Delitos ecológicos*. São Paulo: Atlas, 2002; PRADO, Alessandra R. M. *Proteção penal do meio ambiente*. São Paulo: Atlas, 2000; SIRVINSKAS, Luís Paulo. *Manual de direito ambiental*. São Paulo: Saraiva, 2002; MUKAI, Toshio. *Direito urbano ambiental brasileiro*. São Paulo: Dialética, 2002; ÁVILA COIMBRA. O outro lado do meio ambiente. Campinas: Millenium, 2003; BITTAR FILHO, Carlos Alberto. A coletivização do dano moral no Brasil. *Estudos de direito de autor, direito da personalidade, direito do consumidor e danos morais*. Eduardo C. B. Bittar e Silmara J. Chinelato (Coord.). Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2002, p. 178-184; HERMANS, Maria Artemísia A. (coord.). *Direito ambiental — o desafio brasileiro e a nova dimensão global* (doutrina, seminários, debates). Brasília: Brasília Jurídica, 2002; DEMAJOROVIC, Jacques. *Sociedade de risco e responsabilidade socioambiental*. São Paulo: Senac, 2003; COLLARES, Maria. Educação ambiental: preservar a água. *JST*, 22:57-72; CARVALHO, Carlos Gomes de. *O meio ambiente nos tribunais*. São Paulo: Método, 2003; SALGE JR. Durval. *Instituição do bem ambiental no Brasil pela Constituição Federal de 1988*. São Paulo: Juarez de Oliveira, 2003; LEITE SAMPAIO, José Adércio e NARDY, Afrânio José Fonseca. *Direito fundamental de propriedade, direito fundamental ao meio ambiente ecologicamente equilibrado e o princípio constitucional de precaução. O Código Civil e sua interdisciplinaridade*. Belo Horizonte: Del Rey, 2004, p. 216-248; D'ISEP, Clarissa F. M. *Direito ambiental econômico e a ISO 14000*. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2004; MILARÉ, Édís. *Direito ao ambiente*. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2004; MONTENEGRO, Magda. *Meio ambiente e a responsabilidade civil*. São Paulo: OB Thomson, 2005; DANTAS, Marcelo Buzaglo. *Tutela de urgência nas lides ambientais*. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2006; SANTOS FILHO, Roberto L. dos. Responsabilidade civil da União por dano ambiental em terra indígena. *Revista do TRF — 3ª Região*, 83:143-163; MALUF, Adriana Caldas do R. E. D. Responsabilidade civil por danos ao meio ambiente. In *Responsabilidade civil: estudos em homenagem a Rui Geraldo C. Viana*. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2009. p. 9-26; NERY JUNIOR, Nelson. Aspectos principiológicos da responsabilidade civil por dano ambiental. In *Responsabilidade civil: estudos em homenagem a Rui Geraldo C. Viana*. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2009. p. 417-23; DINIZ, Maria Helena. Responsabilidade civil por dano ao meio ambiente. In *Responsabilidade civil: estudos em homenagem a Rui Geraldo C. Viana*. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2009. p. 387-397; BARROSO, Lucas A. A responsabilidade civil em matéria ambiental no sistema jurídico brasileiro e em alguns direitos estrangeiros. *A realização do direito civil*. Curitiba: Juruá, 2011. p. 121-140; DONNINI, Rogério. Meio ambiente e responsabilidade civil pós-contratual. *Fundamentos do direito civil brasileiro*. Everaldo A. Cambler (org.). Campinas: Millennium, 2012. p. 335-354; DALLEFI, Nayara Mª S. da C. e SIQUEIRA, Fátima A. O. Os impactos ambientais produzidos pelo uso de agrotóxicos e a responsabilidade civil. *Revista Jurídica Luso-Brasileira*, n. 2, p. 701-736, 2017.

“A responsabilidade civil por dano ambiental é objetiva, a teor do art. 225, § 3ª, da Constituição Federal, contudo exige a comprovação da ocorrência do dano e do nexo de causalidade entre o comportamento ou a atividade desenvolvida pelo agente desse dano. Ausente comprovação de nexo causal entre o comportamento da apelada e o dano ocorrido, não há responsabilização. Decisão: Recurso desprovido. Unânime” (TJRS - 2ª Câmara Cível; ACi n. 70017402678 — Porto Alegre-RS, rel. Des. Roque Joaquim Volkweiss, j. 20-2-2008; BAASP, 2.658:1.774-05).

carbono (CO₂) equivalente a cinco carros ao longo de sua vida útil. A Universidade da Califórnia, em Berkeley, relatou que o treinamento GPT-3 resultou em 552 toneladas métricas de emissões de carbono, o equivalente a dirigir um veículo de passeio por 2 milhões de quilômetros.

O modelo de última geração da OpenAI, GPT-4, é treinado em cerca de 570 vezes mais parâmetros, o que significa maior emissão de gases de efeito estufa, e o aperfeiçoamento da tecnologia deve causar cada vez mais impacto ao meio ambiente, segundo informações da Tech Xplore. A criação de ferramentas de IA generativa divide-se em dois estágios, treinamento real e, a execução (ou "inferência"), que será ainda mais um problema com o ChatGPT, que pode ser usado por qualquer pessoa e integrado à vida diária por meio de aplicativo e pesquisas na *web*, observa Lynn Kaack (Di Lorenzo, 2023).

A inteligência artificial é um tema palpitante nos dias atuais, pois à medida em que se desenvolve, o seu impacto no meio ambiente torna-se cada vez mais preocupante por ser um risco ambiental crescente. Por exemplo, um estudo recente revelou que ChatGPT, consome uma quantidade absurda de água em sua operação diária porque requer grandes volumes de águas para resfriamento.

Foram consumidos mais de 700 mil litros de água no treinamento do GPT-3 da Microsoft, que é parceiro apenas da OpenAI, o que equivale, segundo seus cálculos, à quantidade de água necessária para resfriar um reator nuclear. “O ChatGPT precisa de uma garrafa de água de 500 ml para ter uma conversa simples de 20 a 50 perguntas e respostas”. “Embora uma garrafa possa não parecer muito, a pegada hídrica total combinada é extremamente grande, considerando os bilhões de usuários do ChatGPT”.

Uma IA precisa não só apenas de muita eletricidade, equivalente a 280 toneladas de CO₂, para funcionar, mas também de toneladas de água para resfriar os *data centers*. Por isso as grandes empresas responsáveis pela IA (*Amazon, Microsoft*) estão comprometidas na busca por uma maior eficiência energética.

Já se destacou que a indústria de IA como um todo, incluindo a fabricação de *hardware* e *software*, é responsável por 3,7% das emissões globais de gases de efeito estufa. A produção de *hardware* e o uso intensivo de energia para treinar e executar modelos de IA geram uma grande quantidade de lixo eletrônico, como placas-mãe, placas de circuito e baterias, que são de difícil reciclagem e podem causar danos ambientais significativos (Fernandez, 2023).

Portanto, grande é a possibilidade de dano ambiental causado pela IA⁸. Segundo Felipe Matos, vai depender de como se aplica a Inteligência Artificial, pois dependendo do modo de sua utilização ela pode ajudar ou dificultar a conquista de metas para alcançar sustentabilidade. Telmo Costa acredita que a inteligência artificial pode ajudar na identificação dos integrantes da cadeia produtiva e monitorar suas práticas, reduzindo o tempo necessário para atingir o carbono zero. Ryan Morris entende que supercomputadores usados para executar programas de inteligência artificial de ponta, costumam ser alimentados por redes públicas de eletricidade e suportados por geradores a diesel de reserva e que o uso de inteligência artificial generativa em todos os setores produz emissões de dióxido de carbono em um nível comparável ao da indústria da aviação. Fernando de Lima Caneppele, da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA) da USP, em uma entrevista à Rádio USP, destacou o trabalho: a) do Centro Nacional de Pesquisas Atmosféricas dos Estados Unidos (NCAR), que desenvolveu uma inteligência artificial capaz de avaliar e prever a capacidade de geração de energia em parques eólicos do Estado do Colorado, com até 36 horas de antecedência, permitindo às operadoras de energia elétrica um aprimoramento na gestão de seus contratos de compra e venda de energia, otimizando a infraestrutura de *backup* e reduzindo custos operacionais; b) da Digital Twin ou “Gêmeo Digital”, que combina com a inteligência artificial, realidade aumentada, *big data* e computação avançada para criar uma réplica virtual de uma planta fabril real, alimentada em tempo real com informações extraídas da planta física, permitindo monitoramento, detecção antecipada de falhas e aprimoramento dos processos industriais. Por isso, só se poderia implementar a sustentabilidade de forma a manter os recursos naturais e a qualidade de vida das populações por meio de práticas que não prejudiquem o meio ambiente.

⁸ A violação dos princípios de prevenção e precaução é suficiente para condenar agentes poluidores a ressarcir pelos prejuízos causados ao meio ambiente, decidiu a 2ª Turma do Superior Tribunal de Justiça. O ministro Francisco Falcão destacou que o artigo 225 da Constituição Federal estabelece que a obrigação de proteção ao meio ambiente não é encargo apenas do poder público, mas de toda a coletividade. Ele também citou o artigo 14, parágrafo 1º, da Lei 6.938/1981, segundo o qual os poluidores são responsáveis pela indenização ou pela reparação do dano ambiental, independentemente da existência de culpa. O ministro apontou que a responsabilidade civil por danos ambientais, nesse caso, fundamenta-se na teoria do risco administrativo e decorre do princípio do poluidor-pagador, que imputa ao poluidor - aquele que internaliza os lucros - a responsabilização pelo impacto causado ao meio ambiente. “Diante dos princípios da precaução e da prevenção, e dado o alto grau de risco que a atividade de despejo de dejetos, por meio do lançamento irregular de esgoto - sem qualquer tratamento e em área próxima a localização de arrecifes — representa para o meio ambiente, a ausência de prova técnica pela parte autora não inviabiliza o reconhecimento do dever de reparação ambiental pelas requeridas”, concluiu o ministro ao restabelecer a sentença (STJ. REsp 2.065.347).

4 UTILIZAÇÃO INTELIGENTE DA IA PARA GARANTIR A SUSTENTABILIDADE

Será que a IA poderia auxiliar a efetivação do direito ao meio ambiente sadio e equilibrado?

A inteligência artificial pode: a) gerar informações que auxiliem na preservação do planeta; b) auxiliar muitos processos que contribuem na proteção do meio ambiente; c) ajudar a reduzir os desperdícios de recursos por meio da otimização de processos, da previsão de demandas e do monitoramento de recursos; d) prever e indicar a melhor tomada de decisão, como na redução do desperdício de matéria prima, na melhoria da sustentabilidade, na medição do impacto ambiental; e) mensurar, propor medidas para diminuição da poluição, auxiliando a população de regiões afetadas (Portal Sustentabilidade, 2023); f) indicar alternativas para minimizar o lançamento de gás prejudicial à saúde e ao meio ambiente; g) reduzir o consumo energético, por meio de instalação de sensores inteligentes, permitindo o monitoramento em tempo real do quanto será sendo consumido, detectar anomalias e a coleta de dados que podem mostrar oportunidades de economia; h) identificar os tipos de resíduos gerados; i) fazer previsão sobre a quantidade que será produzida e sugerir as formas de gerenciamento e descarte deles, tudo tendo em vista a sustentabilidade e o sucesso do negócio (Greenview, 2026); j) reduzir o consumo de matéria-prima na medida em que toda a cadeia produtiva é monitorada, assim será possível ver onde há desperdícios e identificar possibilidades de fazer mais economia sem afetar a produção; l) controlar as emissões de gases poluentes de empresas por meio de sensores inteligentes (Greenview, 2026).

Enfim, a IA poderá garantir um futuro sustentável e seguro para a Terra, considerando-se (Greenco, 2026):

- 1) *a monitoramento e conservação da biodiversidade*, uma vez que a inteligência artificial tem a capacidade de analisar uma gama de dados de grande abrangência em tempo real, através de imagens de satélite, câmeras de vigilância, registros sonoros e avaliar os ecossistemas mais vulneráveis;
- 2) *a previsão e mitigação de desastres naturais*, já que furacões, enchente, erupção de vulcões e terremotos, podem ser previstos com maior precisão e maior antecipação do que atualmente;
- 3) *a otimização de recursos naturais*, através de algoritmos programados para melhor controlar essa exploração, pois a IA analisaria dados de consumo e produção dos recursos naturais do planeta a fim de identificar os níveis de desperdício e seus efeitos colaterais, sobretudo na agricultura, indústria e transporte;

- 4) *o fomento na agricultura sustentável*, como a agricultura intensiva aumenta a degradação do solo por causa do uso excessivo de pesticidas e fertilizantes, a IA pode fomentar a agricultura sustentável ou regenerativa sem afetar o meio ambiente. Para minimizar o impacto no bolso de agricultores, algumas empresas combinam tecnologias de monitoramento via satélite e inteligência artificial para verificar sementes mais tolerantes a doenças, pragas e variações climáticas. Fabrício Passini, considera que, para tanto, existem três pilares-chaves: a) pangenômica, ou seja, estudo de dados de informação genética de produtos para corrigir defeitos [das sementes], eliminando possíveis doenças; b) técnicas de melhoramento preditivo para selecionar novos produtos ou novos genes, p. ex. as simulações de funis de produto para superar o problema; c) posicionamentos assertivos ou predição por meio de algoritmos, para prever o produto com a interação do genótipo, ou seja, do produto com o ambiente em que ele está, se está mudando ou não com as técnicas de manejo. Assim é possível saber como as doenças podem afetar as culturas para desenvolver novos produtos com base nessas descobertas (Faverin, 2024).
- 5) *a aplicação inteligente da energia limpa*, visto que a IA identifica áreas de alto consumo energético e sugere alternativas disponíveis e factíveis em curto prazo, visando também não abalar a economia local. A ENERSip ao desenvolver a plataforma TIC reduziu o consumo de energia elétrica a nível residencial de 30%. Engenheiros da empresa BitEnergy AI anunciam método capaz de reduzir e demanda energética das aplicações baseadas em inteligência artificial em até 95%. Trata-se de um processamento que substitui a multiplicação de ponto flutuante pela adição de números inteiros. Tal método, chamado de “Multiplicação de Complexidade Linear” ou “L-Mul, apresenta resultados próximos da multiplicação de ponto flutuante, mas utiliza um algoritmo mais simples que exige menos recursos e, apesar disso, é capaz de manter a alta precisão e confiabilidade necessária para viabilizar os serviços de inteligência artificial, reduzindo o consumo energético do processamento de inteligência artificial em até 95%. Tal técnica exige um *hardware* diferente do utilizado, que já foi projetado, construído e testado (Tudo Celular, 2024).
- 6) *o uso responsável da água*, a IA pode auxiliar cientistas na projeção do uso ideal da água em uma determinada área geográfica, com previsões meteorológicas, visando a tomada de decisões políticas e sociais na iminência de enchentes ou secas.

- 7) *a regularização do ar respirável em várias regiões*, por meio de grandes purificadores de ar instalados com IA que registram, a qualidade do ar e os dados ambientais nas regiões onde a poluição é maior e exija maior eficiência da filtragem. Esse recuso permite que a população fique ciente da qualidade do ar que respira. Dessa forma, as doenças respiratórias poderão ser evitadas.
- 8) *o controle dos desmatamentos*, de caráter criminoso ou natural. Algumas ONGs, como a *Rainforest Connection*, instalaram sensores de monitoramentos acústico nas árvores que “escutam” a floresta ao seu redor, havendo anomalia sonora, a central é acionada e toma as providências cabíveis para evitar o problema.
- 9) *o combate à caça ilegal, evitando o risco de extinção de espécies raras e ameaçadas*. Uma empresa sul-africana, Rouxcel Technology desenvolveu uma pulseira com tecnologia controlada por IA, que é colocada no tornozelo dos animais mais ameaçados para controlar vários comportamentos do animal, habitat e suas rotas mais utilizadas. Quando em situação de perigo, a pulseira emite sinais detectados pela central que envia equipes de combate aos caçadores clandestinos.
- 10) *as cidades inteligentes e conectadas*, pois o planejamento urbano em parceria com a IA pode ser simulado a fim de gerar dados que sirvam de parâmetros para aplicação, por exemplo, em leis de zoneamento mais justas, decretos de *construção e planícies de inundação*, num painel virtual que simula a realidade local. Serão gerados também o consumo energético, uso da água, fluxos de tráfegos ou de pessoas e o clima local. Alinhada aos princípios da inteligência sustentável, a IA será programada de acordo com as exigências urbanísticas locais.

Paulo Jubilut explica como a IA tecnologia está revolucionando o monitoramento e a conservação dos ecossistemas e da diversidade de vida em nosso planeta. Para ele a IA pode ser aplicada em diversas frentes para monitorar e preservar os biomas brasileiros. Uma das suas aplicações mais impactantes é na análise de imagens de satélite em tempo real, permitindo detectar atividade ilegais como desmatamento, caça ilegal e pesca predatória. “Os algoritmos de inteligência artificial podem ser treinados para monitorar de forma contínua as imagens de satélite e alertar as autoridades praticamente em tempo real sobre atividades suspeitas”, pondera Jubilut. A IA pode monitorar a fauna da flora das áreas protegidas, contribuindo para a identificação de espécies ameaçadas e áreas que necessitam de restauração (Portal sustentabilidade, 2024).

No setor ambiental, já existem iniciativas públicas e privadas e projetos que estão integrando a IA em seus processos, como aponta Jubilut tais como: a) *PrevisIA* (Instituto

Imazon): (<https://presivia.org.br/>) monitoramento feito com IA para detectar e prever a abertura de estradas na Amazônia Legal, ajudando a combater o desmatamento ilegal; b) *Pano AI* (<https://www.pano.ai/>), sistema para identificar incêndios florestais em tempo real, ajudando equipes de resgate e conservação ambiental; c) *Wildbook* para identificar animais individuais por meio de padrões únicos em suas características fáticas, ajudando na conservação de espécies ameaçadas; d) *Google Earth Engine* (<https://earthengine.google.com/>) plataforma que usa IA para analisar imagens de satélite e monitorar mudanças ambientais, como desmatamento, urbanização e mudanças climáticas; e) *Smart Parks* (<https://www.smartparks.org/>): utiliza IA para monitorar e proteger parques naturais e reservas de vida selvagem, detectando atividades ilegais, como caça furtiva e desmatamento; f) *eBird* (<https://ebird.org/home>) plataforma que coleta observações de aves e utiliza IA para analisar os dados, identificar padrões de migração e ajudar na conservação das aves e de seus *habitats*; g) *ConservationFIT* que usa IA para identificar e rastrear animais selvagens por meio de imagens capturadas por câmeras automáticas, ajudando na conservação de espécies ameaçadas; h) *OceanMind* (<https://www.oceanmind.global/>): ferramenta para analisar dados de satélites e monitorar a pesca ilegal em áreas marinhas protegidas; i) *Coral Vita* (<https://www.coralvital.co/>) que monitora e restaura recifes de coral danificados, identificando áreas prioritárias para intervenção e otimizando os esforços de restauração; j) *Global Forest Watch* (<https://www.globalforestwatch.org/>): para analisar imagens de satélites e monitorar o desmatamento em tempo real em todo o mundo, fornecendo informações para a tomada de decisões em políticas de conservação florestal.

Além disso, temos projetos de IA como: a) *Árvores em Manhattan* - para identificar, mapear e medir com precisão a quantidade de carbono armazenado pelas árvores na região de Manhattan, nos Estados Unidos Por meio de IA, os dados são analisados e processados ajudando planejadores urbanos e ambientalistas a determinar quais árvores são necessárias e em quais locais para melhorar a qualidade do ar; b) *Praias da Austrália* – para preservar praias que estão sumindo por conta das ondas puxando a areia. O sistema analisa as pradarias marinhas, plantas que ajudam na fixação da areia; c) *PrimNet de Michigan* - que usa de um aplicativo que utiliza redes neurais para encontrar primatas em extinção no mundo todo. Esse aplicativo pode ser utilizado para reconhecer um animal e registrar dados, ajudando a melhorar informações para focar esforços no combate a crimes ambientais contra os primatas; d) *Queimadas na Amazônia* - projeto utiliza IA para detectar focos de incêndio a dezenas de quilômetros, por meio de equipamentos instalados em torres. O sistema, além de identificar chamadas e recolher dados, pode ajudar a prever possibilidades de novos focos.

O robô Charlotte pode revolucionar a construção civil por ter a capacidade de construir com areia e solo uma casa de 200 metros quadrados em apenas um dia, sem utilizar cimento. Usando recursos naturais (areia e resíduos de construção), o robô os transforma em placas impressas em 3D, que serão as estruturas e paredes da casa, reduzindo custos e impactos ambientais, visto que o cimento é emissor de dióxido de carbono. Além disso o robô pode ser utilizado em ambiente extraterrestre, construindo com regolito lunar (poeira e fragmento da rocha na superfície da Lua), abrindo novas fronteiras para missões espaciais e colonização lunar, estabelecendo base espacial de forma segura e econômica. A aplicação desse robô seria a esperança em zonas de desastres naturais afetadas por enchentes e deslizamentos, cuja infraestrutura é devastada, fornecendo abrigo de emergência rapidamente (O Antagonista, 2025b).

A IA está transformando a produtividade de soja no Brasil e gerando lucros aos pequenos produtores rurais, pois possibilita previsão de chuvas, otimização de uso de defensivos, elevação da produção, mapeamento da produtividade por hectare, redução de emissão de carbono, limitação de uso de agroquímicos, otimização da utilização de água, monitoramento de sequestro de carbono no solo (CGP, 2025). A IA pode ser, portanto, a esperança de aumento na produção de soja em nosso País.

IA descobre local que tem mineral (lítio) suficiente para dar energia ao mundo todo. A formação *Smackover*, conhecida pelos depósitos de petróleo e bromo, fornece lítio, tornando efetivo esse objetivo almejado (O Antagonista, 2025a).

Há um sistema que utiliza inteligência artificial para identificar, em tempo real, animais atravessando pistas, podendo evitar atropelamento. Gabriel Souto Ferrante, explica que o banco de dados de espécies brasileiras escolhidas conforme métricas do Centro Brasileiro de Estudos em Ecologia de Estradas (CBEE), da Universidade Federal de Lavras foram treinados como modelos de visão computacional para detectá-las. Mas os modelos não dão conta da fauna brasileira, conforme a Fapesp, poucos deles abrange a identificação de animais nas estradas, que exige detecção rápida, e muitas vezes, em um ambiente com visibilidade desfavorável.

As versões mais antigas do Yolo apresentaram melhor performance ao detectar os animais, sobretudo, em imagens diurnas. Trabalhos futuros deverão abordar os problemas comuns da visão computacional, como a detecção em ambientes com chuva, noturnos e com animal parcialmente escondido. Parcerias com prefeituras e concessionárias de rodovias podem ajudar na inclusão de novas imagens no banco de dados (Terra, 2024).

A IA pode contribuir com US\$ 5,2 trilhões na economia mundial, reduzir gases de efeito estufa em até 4%, além de criar 38,2 milhões de novos empregos ao redor do mundo contribuindo para um futuro sustentável (Jornal da USP, 2023).

A IA pode ajudar na proteção do meio ambiente ao fiscalizar e combater desmatamento; identificar áreas vulneráveis e rastrear garimpos e madeireiras ilegais; analisar qualidade da água e do solo; monitorar fauna etc. (Matsuura, 2020).

O uso da inteligência artificial pode, portanto, representar um ganho em situações de sustentabilidade, tanto por empresas quanto por pessoas e por agentes profissionais. A IA pode trazer, como vimos pelos projetos acima citados, soluções para mudanças climáticas, na medida em que as possibilidades incluem construções mais eficientes em termos de energia, criação de novos materiais com diminuição de carbono, melhor monitoramento do desmatamento, transportes mais ecológicos (Natureza Viva, 2022).

Mas é preciso repensar a maneira como se produz IA por estar em pleno desenvolvimento. Para que os modelos de IA possam realizar suas tarefas, eles necessitam processar milhões de dados, mediante *datacenters* (sala de servidores), que requerem capacidade computacional e consumo de muita energia.

Como a emissão de carbono da IA poderia ser reduzida? “Temos que levar em conta a cadeia de produção e todos os problemas ambientes associados, especialmente o consumo de energia e as emissões, mas também a toxicidade dos materiais e o lixo eletrônico”, argumenta Brevini. Em vez de desenvolver modelos de IA cada vez maiores, como aponta a tendência atual, Mollen sugere que as empresas usem os modelos menores com conjuntos de dados reduzidos e garantam que a IA seja treinada no *hardware* mais eficiente disponível. O uso de *datacenters* em regiões que dependem de energia renovável e não requerem muita água para resfriamento também pode reduzir a pegada de carbono de IA, para evitar o superaquecimento dos servidores que causam grandes problemas em regiões com escassez de água, como em Santiago, no Chile.

Como se vê, a IA poderá contribuir para um futuro mais sustentável.

5 NECESSIDADE DE IMPOR LIMITES AO USO DE IA

Para David Rolnick é necessária maior regulamentação da IA para garantir que o desenvolvimento seja sustentável e não dificulte o cumprimento das metas de emissões de gases de efeito estufa etc. Na União Europeia, há projeto de lei para regulamentar IA e os respectivos riscos dos diversos aplicativos deverão sofrer classificações. Os governos precisam

regulamentar o uso da IA, para alavancar a inovação no setor e colher os benefícios da tecnologia e para evitar possíveis ameaças e proteger seus cidadãos (Müller, 2023).

Aplicação de IA pode incluir redes de energia distribuída limpa infundida com IA, agricultura de precisão, cadeias de suprimentos sustentáveis, monitoramento ou fiscalização ambiental e melhor previsão de desastres. Uma pesquisa da PwC UK encomendada pelas Microsoft modela o impacto econômico da aplicação da IA para gerenciar o meio ambiente em quatro setores: agricultura, água, energia e transporte.

A IA poderia criar 38,2 milhões de novos empregos líquidos em toda a economia global. As empresas estão enfrentando uma pressão crescente (regulatória, de reputação e orientada para o mercado) modelos de negócios e abraçar a mudança para um futuro sustentável de baixo carbono. Por exemplo, alcançar uma economia de emissões líquidas zero até 2050, conforme assinado por 197 governos, exigirá uma transformação radical em todos os setores da economia. As perspectivas para a adoção de IA são otimistas, com benefícios econômicos e ambientais substanciais, a implantação de recursos de IA poderá admitir futuros sistemas produtivos para a economia e a natureza, ajudando a combater a degradação ambiental, contribuindo para uma transição de baixo carbono e protegendo o planeta.

A IA tem muito potencial a oferecer apesar de exacerbar as ameaças existentes ou criar novos riscos ao desempenho (erros e falhas de sistema), segurança (cibernética e privacidade) e controle (IA não autorizado). Tais riscos são potenciais para o meio ambiente.

A inteligência artificial é uma ferramenta para que as empresas reduzam seus impactos socioambientais, melhorando a eficiência e desenvolvendo novos produtos. A IBM, por ex., utiliza IA para melhorar a previsão do tempo e as previsões de energia renovável, por meio do sistema SMT que “usa aprendizado de máquina, *big data* e análises para analisar, aprender e melhorar as previsões solares derivadas de um grande número de modelos climáticos continuamente” e com isso, ajudar as concessionárias com grandes instalações renováveis a gerenciar melhor sua carga de energia, maximizar a produção de energia renovável a reduzir as emissões de gases de efeito estufa.

Veículos autônomos de IA, carros que dirigem sozinhos podem oferecer um futuro promissor de sustentabilidade, pois um quarto das emissões de gases de efeito estufa nos Estados Unidos vêm do transporte. Os motores dos carros movidos a máquinas podem ser menores, usando menos gasolina e ocupando menos espaço.

Aplicações de IA, nas empresas, são embrionárias, os benefícios ambientais de carros autônomos podem levar as pessoas a fazer mais viagens, o que poderá acabar elevando emissões em vez de reduzi-las.

A implementação da IA pode levar ao desemprego generalizado (Ecycle, 2026).

Um projeto ousado chamado *Sentinel* de tecnologia oceânica e exploração DEEP, pretende, até 2027, construir residências subaquáticas permanentes (Araújo, 2024), com quartos, banheiros, áreas de trabalho e espaços sociais, trata-se de uma mini-cidade subaquática projetada para se fixar no oceano e abrigar pessoas por longos períodos, permitindo que cientistas, pesquisadores e até civis explorem e vivam no oceano, pondera Sean Wolpert que “queremos trazer” humanidade de volta para o oceano e aumentar a conscientização sobre sua importância para o planeta. O oceano é o “coração e os pulmões” do planeta, responsável por parte do oxigênio que respiramos, é uma oportunidade para proteger o oceano de perto”. As casas submersas, contarão com banheiros privativos e completos, equipados com chuveiro, vaso sanitário e área de armazenamento, e darão conforto à pessoa que vai passar dias ou semanas no fundo do mar, outro destaque é a cozinha, e até uma máquina de *sous-vide*, proporcionando uma vida confortável para os moradores subaquáticos, e cientistas que observam e estudem o oceano de forma contínua. O projeto, segundo Wolpert, oferece uma oportunidade única de explorar as plataformas continentais e os pontos mais profundos do oceano, onde cerca de 90% da vida marinha é encontrada. As casas submersas são também centros de pesquisa que vão abrir portas para descobertas sobre a vida e os mistérios do fundo do mar.

Antes do *Sentinel*, um protótipo chamado *Vanguard*, uma versão para abrigar três pessoas, será utilizado para testar os sistemas-residências subaquáticas maiores. Essas casas subaquáticas serão autossustentáveis. O oceano fornecerá energia renovável, por meio de turbinas eólicas e de painéis solares, garantindo energia limpa e constante, com o mundo exterior para quem morar no oceano. Será mantida por uma *Starlink*, permitindo que os moradores se comuniquem e acessem a internet enquanto vivem no oceano. Talvez futuramente viver numa casa submersa seria uma opção interessante, explorar novas fronteiras e ajudar a cuidar do planeta. O *Sentinel* para exploração marítima, estará pronto para uso em 2027, e poderá impulsionar novas carreiras e investimentos no setor oceânico, criando empregos e fomentando pesquisas.

Yuval Noah Harari chegou a afirmar: “a IA pode ser um erro terminal ou o início de um novo capítulo na evolução humana” (GONÇALO JUNIOR, 2024), no dia 17 de setembro de 2024, quatro dos cientistas de inteligência artificial Stuart Russel, Andrew Yao, Yoshua Bengio e Ya Qin Zhang, defenderam a criação de uma organização internacional para monitorar riscos graves ocasionados pela IA, pois “a perda de controle humano ou o uso malicioso de sistemas

de IA pode levar a resultados catastróficos para toda a humanidade”, haveria um colapso ambiental eminente, desinformação, sem controle ético.

A IA é, segundo Harari, um tipo totalmente novo de rede de informação por isso é preciso pensar e repensar em suas implicações. De um lado está o cérebro humano, e do outro, a IA, com seus *chips* de silício que podem criar espiões que nunca dormem, financistas que nunca esquecem e déspotas que nunca morrem. Como isso mudará a sociedade, a economia e a política? Será que a inteligência humana terá chance de entender e controlar a nova rede de informação? Será que o ser humano pelo menos por mais alguns anos nós, terá o poder de moldar o futuro”? Se o ser humano pode evitar o comodismo e a desesperança, será capaz de chegar ao equilíbrio, construindo instituições com sólidos mecanismos de autocorreção para que tenhamos sustentabilidade ambiental. Para tanto será preciso não só ter prudência ao fazer uso da IA e ao avançar na utilização de tecnologias, mas também elaborar leis específicas, que imponham limites à utilização da IA, para diminuir os riscos de seu uso.

6 CONCLUSÃO

Diante dos graves inconvenientes do uso da IA, o Poder Legislativo e as convenções internacionais deveriam emitir normas atinentes à proteção ambiental, tendo como finalidade respeitar o princípio da preservação do meio ambiente e buscar melhores condições para que a humanidade possa ter uma qualidade superior de vida para seu bem-estar e segurança, tornando efetivo ao ser humano o direito a um meio ambiente sadio (CF, arts. 170, VI, 200, VIII e 225), tutelando seus interesses, defendendo-o contra práticas que degradam o meio ambiente, estabelecendo punições às condutas lesivas à sua saúde e bem-estar, impondo limitações legais e administrativas à utilização da IA, controlando seu uso por meio de organismos federais e internacionais. Urge promover o desenvolvimento sustentável, regulamentando normativamente o uso da IA para que se tenha a conservação da natureza⁹ e a efetivação do direito ao meio ambiente sadio e equilibrado.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Debora. *Morar no oceano será realidade em 2027: empresa revela plano para construir residências subaquáticas e transformar o fundo do mar em habitat para civis!* Disponível em: <https://www.facebook.com/100088132449307/posts/morar-no-oceano->

⁹ Consulte sobre a temática do artigo: DINIZ, Maria Helena *Curso de direito civil brasileiro*. Saraiva: São Paulo, vol. 7, 2020. p. 668-691.

ser%C3%A1-realidade-em-2027-empresa-revela-plano-para-construir-resid/534156576198753/. Publicado em: 6 nov. 2024.

BARACHO, José Alfredo de O. A proteção jurídica do meio ambiente e a liberação do metanol. *Ciência Jurídica*, 31:35.

BARROSO, Lucas A. A responsabilidade civil em matéria ambiental no sistema jurídico brasileiro e em alguns direitos estrangeiros. In: *A realização do direito civil*. Curitiba: Juruá, 2011.

BARROSO, Luís Roberto. *O direito constitucional e a efetividade de suas normas*. 2. ed.. Rio de Janeiro: Renovar, 1993.

BITTAR FILHO, Carlos Alberto. A coletivização do dano moral no Brasil. In: BITTAR, Eduardo C. B.; CHINELATO, Silmara J. (coord.). *Estudos de direito de autor, direito da personalidade, direito do consumidor e danos morais*. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2002.

BITTENCOURT e MARCONDES, Kochinski. Lineamentos da responsabilidade civil ambiental. *RT*, 740:53.

BOBBIO, Norberto. *A era dos direitos*. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

CAMARINI, José Vicente Silva. A poluição ambiental no sistema jurídico brasileiro – uma proposta de abordagem. In: DALLARI, Adilson Abreu; FIGUEIREDO, Lúcia Valle (coord.). *Temas de direito urbanístico* São Paulo: Revista dos Tribunais, 1987.

CAMPOS, Diogo Leite de. Ambiente e responsabilidade civil. *Revista de Direito Comparado Luso-Brasileiro*, n. 2, p. 60-77.

CARVALHO, Carlos Gomes de. *O meio ambiente nos tribunais*. São Paulo: Método, 2003.

CGP. *A revolução silenciosa no campo: como a IA está transformando a produtividade da soja no Brasil e gerando lucros recordes para pequenos produtores rurais*. Disponível em: https://clickpetroleoegas.com.br/a-revolucao-silenciosa-no-campo-como-a-ia-esta-transformando-a-produtividade-da-soja-no-brasil-e-gerando-lucros-recordes-para-pequenos-produtores-gstts/#goog_rewarded. Publicado em: 28 jun. 2025.

COIMBRA, Ávila. *O outro lado do meio ambiente*. Campinas: Millenium, 2003.

COLLARES, Maria. Educação ambiental: preservar a água. *JST*, 22:57-72.

CONSTANTINO, Carlos E. *Delitos ecológicos*: São Paulo: Atlas, 2002.

CUSTÓDIO, Helita B. Condutas lesivas à fauna silvestre. *RDC*, 64:87.

CUSTÓDIO, Helita B. Poluição ambiental e genocídio de grupos indígenas. *RDC*, 59:80.

CUSTÓDIO, Helita B. Uma introdução à responsabilidade civil por dano ambiental. *RDC*, 75:69.

D’LSEP, Clarissa F. M. *Direito ambiental econômico e a ISO 14000*. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2004.

DALLEFI, Nayara M. S. da C. e SIQUEIRA Fátima A. O. Os impactos ambientais produzidos pelo uso de agrotóxicos e a responsabilidade civil. *Revista Jurídica Luso-Brasileira*, n. 2, p. 701-736, 2017.

DANTAS, Marcelo Buzaglo. *Tutela de urgência nas lides ambientais*. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2006.

DEMAJOROVIC, Jacques. *Sociedade de risco e responsabilidade socioambiental*. São Paulo: Senac, 2003.

DERANI, Cristiane. Meio ambiente ecologicamente equilibrado: direitos fundamental e princípio da atividade econômica. In: FIGUEIREDO, Guilherme José Purvin (org.). *Temas de direito ambiental e urbanístico* São Paulo: Max Limonad, 1998.

DI LORENZO, Alessandro. IA: amiga ou inimiga do meio ambiente? In: *Olhar digital*. Disponível em: <https://olhardigital.com.br/2023/09/04/pro/ia-amiga-ou-inimiga-do-meio-ambiente/>. Publicado em: 04 set. 2023.

DIAS, Aguiar. *Da responsabilidade civil*, Rio de Janeiro, Forense, 1979.

DINIZ, Maria Helena. *Curso de direito civil brasileiro*. Saraiva: São Paulo, vol. 7, 2020.

DINIZ, Maria Helena. *Estado atual do Biodireito*, São Paulo, Saraiva, 2002.

DINIZ, Maria Helena. Responsabilidade civil por dano ao meio ambiente. In: NERY, Rosa Maria de Andrade, DONNINI, Rogério (coord.). *Responsabilidade civil: estudos em homenagem a Rui Geraldo C. Viana*. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2009.

DONNINI, Rogério. Meio ambiente e responsabilidade civil pós-contratual. In: CAMBLER, Everaldo A. (org.). *Fundamentos do direito civil brasileiro*. Campinas: Millennium, 2012.

DUARTE, Marise C. de S.. Limitações ambientais ao direito de propriedade e a posição do Superior Tribunal de Justiça: uma aplicação do princípio da função socioambiental da propriedade. In: GABURRI, Fernando e DUARTE Bento H. (coord.). *A Fazenda Pública à luz da atual jurisprudência dos tribunais brasileiros*. Curitiba: Juruá, 2011.

ECYCLE. *A inteligência artificial poderia contribuir para um futuro mais sustentável? Entenda os desafios que cercam o tema*. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/inteligencia-artificial/>. Acesso em: 07 jan. 2026.

FAVERIN, Victor. Inteligência artificial identifica aparecimento de doenças em sementes de milho e soja. *Canal Rural*. Disponível em: <https://www.canalrural.com.br/agricultura/inteligencia-artificial-identifica-aparecimento-de-doencas-em-sementes-de-milho-e-soja/>. Publicado em: 16 set. 2024.

FERNANDEZ, Cindy. O impacto ambiental da inteligência artificial: um perigo para o planeta? In *Meteored*. Disponível em: tempo.com/noticias/actualidade/a-pegada-ambiental-da-inteligencia-artificial-um-perigo-para-o-planeta-mudanca-climatica.html. Publicado em: 02 mai. 2023.

FIGUEIREDO, Guilherme José Purvin e SILVA, Solange Teles da. Elementos balizadores da ação estatal na defesa dos bens ambientais para as presentes e futuras gerações. In: FIGUEIREDO, Guilherme José Purvin de (org.). *Temas de direito ambiental e urbanístico*. São Paulo: Max Limonad, 1998.

FIORILLO, Celso Antônio Pacheco. Estado e preservação: a perspectiva ambiental no âmbito da legislação em vigor. *Revista do Programa de Pós-Graduação da PUC/SP*, 1995.

FIORILLO, Celso Antônio Pacheco. Fundamentos constitucionais da Política Nacional do Meio Ambiente — comentários do art. 1º da Lei n. 6.938/91. *Cadernos de Direito Constitucional e Ciência Política*, 13:145-157.

FIORILLO, Celso Antonio Pacheco e DIAFÉRIA Ádriana. *Biodiversidade e patrimônio genético no direito ambiental brasileiro*. São Paulo: Max Limonad, 1999.

FIORILLO, Celso Antonio Pacheco e RODRIGUES, Marcelo Abelha. *Direito ambiental e patrimônio genético*. Belo Horizonte: Del Rey, 1996.

FIORILLO, Celso Antonio Pacheco e RODRIGUES, Marcelo Abelha. *Manual de direito ambiental e legislação aplicável*. São Paulo: Max Limonad, 1997.

FRANÇA, Maria Adelaide de Campos. A reparação do dano ecológico. *Revista da Escola Paulista da Magistratura*, n. 1, p. 10.510, 1996.

FREITAS, Vladimir Passos de. *A Constituição Federal e a efetividade das normas ambientais*. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2000.

GARCIA, E. S. Biodiversidade, biotecnologia e saúde. *Cadernos. Saúde Pública*, 11:495-500.

GONÇALO JUNIOR. *Yuval Noah Harari: a IA pode ser um erro terminal ou o início de um novo capítulo na evolução humana*. Disponível em: <https://neofeed.com.br/finde/yuval-noah-harari-a-ia-pode-ser-um-erro-terminal-ou-o-inicio-de-um-novo-capitulo-na-evolucao-humana/>. Publicado em: 22 set. 2024.

GRANZIERA, M. Luiza M. Aspectos jurídicos do saneamento. In: FIGUEIREDO, Guilherme José Purvin de (org.). *Temas de direito ambiental e urbanístico*. São Paulo: Max Limonad, p. 257-285, 1998.

GREENCO. *O uso consciente da inteligência artificial (IA) na preservação do meio é fundamental para o planeta!* Disponível em: https://usegreenco.com.br/blogs/pense-mais-verde/o-uso-consciente-da-inteligencia-artificial-ia-na-preservacao-do-meio-ambiente-e-fundamental-para-o-planeta?srsId=AfmBOoqOfw9Ak0y7VmePKA-Gq5Jkaq0_NgKKZgltxiZ8vFoX28hOPd5K. Acesso em: 07 jan. 2026.

GREENVIEW. *Inteligência Artificial: quais impactos positivos no meio ambiente?*

Disponível em: <https://greenviewgv.com.br/inteligencia-artificial-quais-impactos-positivos-no-meio-ambiente/>. Acesso em 07 jan. 2026.

HARB, Karina Houat. Direitos humanos e meio ambiente. *Revista da APG (PUCSP)*, 16:79-80.

HERMANS, Maria Artemísia A. (coord.). *Direito ambiental: o desafio brasileiro e a nova dimensão global* (doutrina, seminários, debates). Brasília: Brasília Jurídica, 2002.

HIRONAKA, Giselda Maria Fernandes Novaes. Um matiz ecológico. A propriedade agrária com responsabilidade ecológica vista pelo moderno ângulo constitucional brasileiro. *Revista Literária de Direito*, 1:14-15.

HOKKANEN e LYNCH. *Biological control: benefits and risks*. Cambridge: Cambridge University Press, 1995.

JACOBS, Genetics and the Twentieth century. *Gene*, 135:5-7.

JORNAL DA USP. *Inteligência artificial pode ser importante para a promoção da sustentabilidade*. Disponível em: <https://jornal.usp.br/atualidades/inteligencia-artificial-pode-ser-importante-para-a-promocao-da-sustentabilidade/>. Publicado em: 22 ago. 2023.

KRELL, Andreas J. A situação atual do direito ao ambiental no Brasil: questões polêmicas. *Jornal do Direito*, 4:4.

KRELL, Andreas J. Concretização do dano ambiental. Algumas objeções à teoria do risco integral. *RIL*, 139:23.

LAUBÉ, Vitor Rolf. Perfil constitucional do meio ambiente. *Cadernos de Direito Constitucional e Ciência Política*, 4:216-226.

LEITE, José Rubens Morato. *Dano ambiental: do individual ao coletivo extrapatrimonial*. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2003.

MALUF, Adriana Caldas do R. E. D. Responsabilidade civil por danos ao meio ambiente. In: NERY, Rosa Maria de Andrade, DONNINI, Rogério (coord.). *Responsabilidade civil: estudos em homenagem a Rui Geraldo C. Viana*. São Paulo: Revista dos Tribunais, p. 9-26, 2009.

MARQUES NETO, Floriano de Azevedo. A possibilidade de restrição de acesso a bens públicos de uso comum por questões ambientais e urbanísticas. *Revista do IASP*, 13:13-37.

MARREY, Luiz Antonio G. Dano ambiental: queimadas, *RT*, 713:88.

MATEO, Ramón Martín. *Derecho ambiental*, Madrid, 1977, p. 21.

MATSUURA, Sérgio. Inteligência artificial usa som para coibir desmatamento e monitorar baleias. In: *O Globo*. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/epoca/sociedade/inteligencia-artificial-usa-som-para-coibir-desmatamento-monitorar-baleias-1-24235855>. Publicado em: 08 fev. 2020.

MELLO, Sebastián Borges de Albuquerque. Meio ambiente e urbanismo — competência municipal, *Revista Jurídica dos Formandos em Direito da UFBA*, 4:365-82.

MILARÉ, Édis. *Direito ao ambiente*. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2004.

MILARÉ, Édis. Participação comunitária na tutela do ambiente. *RF*, 317:79-87.

MILARÉ, Édis. Tutela jurisdicional do ambiente. *Revista do Advogado*, 37:5.

MONTENEGRO, Magda. *Meio ambiente e a responsabilidade civil*, São Paulo: OB Thomson, 2005.

MORAES, Luiz Carlos S. de. *Curso de direito ambiental*, São Paulo, Atlas, 2001.

MORATO, Antonio Carlos. Proteção jurídica do bem ambiental, *Revista IASP*, 9:24 a 39.

MOREIRA, Luciana R. L. *Direito ambiental*, Curitiba-Juruá, 2005.

MUKAI, Toshio. *Direito urbano ambiental brasileiro*, São Paulo, Dialética, 2002.

MÜLLER, Natalie. Como a inteligência artificial prejudica o meio ambiente. In: *UOL*. Disponível em: <https://noticias.uol.com.br/ultimas-noticias/deutschewelle/2023/08/08/como-a-inteligencia-artificial-prejudica-o-meio-ambiente.htm>. Publicado em: 08 ago. 2023.

NARDINI, Maurício José. A produção e a proteção ambiental, *Consulex*, 9:29 a 31.

NATUREZA VIVA. *Inteligência artificial e meio ambiente: como a tecnologia pode auxiliar na preservação*. Disponível em: <https://www.pronaturezaviva.com.br/inteligencia-artificial-e-meio-ambiente-como-a-tecnologia-pode-auxiliar-na-preservacao/>. Publicado em: 12 out. 2022.

NERY JUNIOR, Nelson. Aspectos principiológicos da responsabilidade civil por dano ambiental, in *Responsabilidade civil: estudos em homenagem a Rui Geraldo C. Viana*, p. 417-23.

O ANTAGONISTA. *IA descobre localização que tem mineral suficiente para dar energia ao mundo todo*. Disponível em: <https://oantagonista.com.br/ladooa/entretenimento/ia-descobre-localizacao-que-tem-mineral-suficiente-para-dar-energia-ao-mundo-todo/>. Publicado em: 31 jul. 2025a.

O ANTAGONISTA. *O robô que constrói uma casa em um dia sem usar cimento*. Disponível em: <https://oantagonista.com.br/ladoa/entretenimento/o-robo-que-constroiu-uma-casa-em-um-dia-sem-usar-cimento>. Publicado em: 11 out., 2025b.

PAVIANI, Aldo. Urbanização: impactos ambientais da poluição. *Bioética*, 4:195-201.

PIOVESAN Flávia. O direito ao meio ambiente e a Constituição de 1988: diagnóstico e perspectivas. *Cadernos de Direito Constitucional e Ciência Política*, 4:75-97.

PORTAL SUSTENTABILIDADE. *Inteligência Artificial: Como a ferramenta contribui para a sustentabilidade empresarial?* Disponível em: <https://portalsustentabilidade.com/inteligencia-artificial-como-a-ferramenta-contribui-para-a-sustentabilidade-empresarial/>. Publicado em: 11 set. 2023.

PORTAL SUSTENTABILIDADE. *O papel da inteligência artificial na preservação do meio ambiente*. Disponível em: <https://portalsustentabilidade.com/inteligencia-artificial/>. Publicado em 28 mai. 2024

PRADO, Alessandra R. M. *Proteção penal do meio ambiente*. São Paulo: Atlas, 2000.

ROUSSEAU, Dominique. Les droits de l’homme de la troisième génération. In *Droit constitutionnel et droits de l’homme*. Paris: Economica, 1987.

SALGE, Durval Jr. *Instituição do bem ambiental no Brasil pela Constituição Federal de 1988*. São Paulo: Juarez de Oliveira, 2003.

SALZANO, Francisco M. Genética e ambiente. *Bioética*, 5:165-167 e 169-170.

SAMPAIO José Adércio Leite e NARDY Afrânio José Fonseca. Direito fundamental de propriedade, direito fundamental ao meio ambiente ecologicamente equilibrado e o princípio constitucional de precaução. In: FILOMENO, José Geraldo Brito Filomeno; WAGNER JUNIOR, Luiz Guilherme da Costa; GONÇALVES, Renato Afonso (coord.) *O Código Civil e sua interdisciplinaridade*. Belo Horizonte: Del Rey, p. 216-248, 2004.

SANTOS FILHO, Roberto L. dos. Responsabilidade civil da União por dano ambiental em terra indígena. *Revista do TRF — 3ª Região*, 83:143-163.

SANTOS, Antônio Silveiro R. dos. Vida selvagem: importância e proteção. *Revista APMP*, 31:71-73.

SANTOS, Saint Clair H. *Direito ambiental*. Curitiba: Juruá, 2005.

SCHARADER-FRECHETTE. *Ética y medio ambiente, Foro Mund. Salud*, 12:329-339.

SILVA, Jônathas. Meio ambiente – a contribuição do jurista. *Cadernos de Direito Constitucional e Ciência Política*, 23:178-186.

SIRVINSKAS, Luís Paulo. *Manual de direito ambiental*. São Paulo: Saraiva, 2002.

SOARES, Guido F. Silva. *Direito internacional do meio ambiente*. São Paulo: Atlas, 2001.

TEIXEIRA, Sálvio de Figueiredo. A defesa do meio ambiente, a urbanização e a prevenção dos conflitos no Brasil. Os direitos humanos no sistema interamericano. *JST*, 11:45-56.

TERRA. *Sistema usa inteligência artificial para detectar animais selvagens em estradas*. Disponível em: https://www.terra.com.br/planeta/sistema-usa-inteligencia-artificial-para-detectar-animais-selvagens-em-estradas,5647d161d69ce1abca35708476a21ad8f8yuc8pq.html?utm_source=clipboard. Publicado em: 25 abr. 2024.

TOURINHO NETO, Fernando da Costa. Dano ambiental. *Consulex*, v. 1, n. 2, p. 18–23, fev., 1997.

TRINDADE, Antônio Augusto Cançado. *Direitos humanos e meio ambiente: paralelo dos sistemas internacionais de proteção*. Porto Alegre: Fabris, 1993.

TUDO CELULAR. *Novo algoritmo poderia reduzir consumo de energia da inteligência artificial em 95%*. Disponível em: <https://www.tudocelular.com/mercado/noticias/n227434/tecnica-consumo-energia-inteligencia-artificial-ia.html>. Publicado em: 19 out. 2024.

VASAK, Karel. *Pour les droits de l'homme de la troisième génération: les droits de solidarité*. Aula inaugural, proferida em 2-7-1979, no Instituto Internacional dos Direitos do Homem, em Strasbourg.

VIEIRA, Roberto dos Santos, Legislação ambiental e a questão amazônica. In *I Encontro de Juízes Federais da Região Amazônica*. Brasília, 1994, p. 52 e 55.

YARYD, Anna Trotta e LISBOA, Roberto Senise. O sistema de coleta de lixo urbano e os riscos de danos ao meio ambiente e ao trabalhador. *Questões de direito civil e o novo Código*, p. 478-525, 2004.