Pontos de Interrogação
Revista de Crítica Cultural

BY-SA

ISSN: 2237-9681
Recebido: 29 set. 2025
Aprovado: 16 out. 2025
10.30620/pdi.v15n2.p67

ARTIGOS

Responsabilização penal de *data centers* à luz da Lei nº 9.605/98 e do artigo 225 da Constituição Federal

Igor José da Silva Araújo

Resumo: Este artigo investiga a viabilidade jurídica de responsabilizar penalmente empresas que criam, treinam e operam sistemas de inteligência artificial (IA) por danos ambientais no ordenamento brasileiro, a partir de uma análise do disposto na Constituição Federal de 1988 e na Lei nº 9.605/98 (Lei de Crimes Ambientais). Analisa-se como operadores de *data centers* e o treinamento de modelos de IA — atividades de alto consumo energético e geração de resíduos — enquadram-se como potencialmente poluidoras e, consequentemente, sujeitas aos delitos da referida lei, exemplificada pelo art. 60 (funcionamento irregular). Parte-se do princípio de que tais operadores são, sob o ponto de vista constitucional, pessoas jurídicas de direito privado, por isso recai a responsabilidade ambiental e penal a elas atribuídas. Identificam-se desafios práticos, como a comprovação do nexo causal e a necessidade de transparência para análise de métricas padronizadas para emissões de CO_2 e consumo hídrico. Conclui-se que a responsabilização penal de operadores de *data centers* por crimes ambientais é possível e, aliada a políticas de incentivo e transparência, pode induzir práticas sustentáveis, harmonizando inovação tecnológica com proteção ambiental, conforme o art. 225 da CF/88.

Palavras-chave: Responsabilidade penal. Inteligência artificial. Danos ambientais. Lei nº 9.605/98. Sustentabilidade.

Criminal liability of data centers in light of Law No. 9,605/98 and article 225 of the Federal Constitution

Abstract: This article investigates the legal feasibility of holding companies that create, train and operate artificial intelligence (AI) systems criminally liable for environmental damage under the Brazilian legal system, based on an analysis of the provisions of the 1988 Federal Constitution and Law No. 9,605/98 (Environmental Crimes Law). It analyzes how operators of data centers and the training of AI models — activities with high energy consumption and waste generation — are classified as potential polluters and, consequently, subject to the crimes under the aforementioned law, exemplified by article 60 (irregular operation). It is based on the principle that these operators are, from a constitutional point of view, legal entities governed by private law, and therefore bear environmental and criminal responsibility. Practical challenges are identified, such as

proving the causal link and the need for transparency in the analysis of standardized metrics for CO_2 emissions and water consumption. The conclusion is that holding data center operators criminally liable for environmental crimes is possible and, combined with incentive and transparency policies, can induce sustainable practices, harmonizing technological innovation and environmental protection, in accordance with article 225 of the 1988 Federal Constitution.

Keywords: Criminal liability. Artificial intelligence. Environmental damage. Sustainability.

Introdução

O avanço acelerado da inteligência artificial (IA) tem impulsionado a expansão de grandes *data centers*, infraestruturas físicas essenciais para o processamento e armazenamento de dados em escala massiva. Esses repositórios de informação sustentam a era digital, porém impõem graves desafios socioambientais. Com o volume global de informações crescendo de forma exponencial — impulsionado pela internet das coisas, pela computação em nuvem e, principalmente, pela IA —, a demanda energética dos *data centers* avança a passos largos, gerando uma necessidade energética alarmante (Strubell, Ganesh e McCallum, 2019).

Por vezes invisíveis, essas instalações consomem eletricidade e recursos naturais em ritmo comparável ao de cidades pequenas. Indiretamente, a substituição frequente de equipamentos obsoletos produz ainda elevado volume de lixo eletrônico, contendo metais pesados e componentes tóxicos que ameaçam solos e águas subterrâneas. Tais impactos geram questionamento jurídico sobre a adequação dessas atividades aos padrões de proteção ambiental estabelecidos pela Constituição e pela legislação infraconstitucional.

A Constituição Federal (CF) de 1988 consagrou o direito fundamental ao meio ambiente ecologicamente equilibrado e, em seu artigo 225, § 3º, prevê expressamente que condutas lesivas ao meio ambiente sujeitam os infratores — pessoas físicas ou jurídicas — a sanções penais e administrativas. Em consonância, a Lei de Crimes Ambientais (Lei nº 9.605/98) disciplina as sanções derivadas de práticas danosas ao meio ambiente, prevendo explicitamente a responsabilização penal das pessoas jurídicas que atuem "no interesse ou benefício" da empresa.

Diante disso, considera-se a hipótese de que as atividades típicas dos *data centers* — em especial o consumo intensivo de energia (e, consequentemente, emissões de gases de efeito estufa) e a geração de resíduos eletrônicos — constituem formas de poluição ou degradação ambiental potencialmente tipificadas nos dispositivos legais mencionados. Nesse contexto, este trabalho pergunta: até que ponto a operação de *data centers* dedicados à IA pode ser enquadrada como crime ambiental, sob a égide da Lei nº 9.605/98 e do art. 225, § 3º, da CF? Para analisar essa problemática, adota-se abordagem normativa e doutrinária. Serão examinados os comandos constitucionais e infraconstitucionais relevantes, bem como a evolução jurisprudencial e a literatura especializada sobre responsabilidade penal-ambiental das pessoas jurídicas e do setor tecnológico. Implicitamente, o método dogmático estará presente ao interpretar a Lei de Crimes Ambientais e princípios constitucionais, enquanto a análise doutrinária sustentará a construção de hipóteses jurídicas.

Por fim, o objetivo geral do estudo é investigar a viabilidade da responsabilização penal das pessoas jurídicas que operam sistemas de IA via *data centers* e, a partir daí, propor entendimento jurídico que harmonizem a inovação tecnológica com a proteção ambiental no ordenamento jurídico brasileiro.

1. Impactos ambientais da Inteligência Artificial e a crise dos *data centers*

Se, por um lado, a IA se consolida como ferramenta eficiente para otimizar atividades humanas, por outro, sua operação em ambientes digitais gera impactos ambientais comparáveis — ou até superiores — a outras atividades reconhecidamente poluidoras (Bordage, 2019). Nesse contexto, os *data centers*, embora fundamentais para o treinamento e a operação de algoritmos complexos, exigem níveis extraordinários de energia elétrica. Além do consumo energético direto dos equipamentos, o resfriamento dessas instalações demanda quantidades significativas de energia, uma vez que os sistemas produzem calor residual em escala industrial (Cypionka, 2020).

Para se ter noção, ao acessar uma notícia *online*, o usuário interage com uma rede complexa: o conteúdo é armazenado em servidores específicos, enquanto outros dispositivos intermediários garantem sua transmissão. Isso significa que, além do dispositivo pessoal (*notebook* ou celular), múltiplos computadores permanecem ativos ininterruptamente para viabilizar o acesso. Quanto maior a demanda por processamento, maior o consumo energético desses servidores — um fenômeno pouco visível, mas ambientalmente crítico.

Quando se isola o impacto da inteligência artificial, os estudos quantitativos reforçam essa preocupação. Uma pesquisa da Universidade de Massachusetts Amherst (Strubell, Ganesh e McCallum, 2019) analisou o custo ecológico de sistemas de IA, revelando que o treinamento de um único modelo de rede neural pode emitir até cinco vezes mais CO_2 do que um automóvel médio norte-americano ao longo de sua vida útil — considerando fabricação e consumo de combustível. Foram avaliados quatro modelos emblemáticos: Transformer, ELMo, BERT e GPT-2, todos baseados em aprendizado profundo para processamento de linguagem natural (PLN), que exige a análise de bilhões de textos para compreender nuances linguísticas, demandando infraestrutura computacional massiva e, consequentemente, elevado gasto energético.

A comparação realizada é alarmante: enquanto um carro emite cerca de 57 toneladas de CO_2 em sua vida útil, o treinamento de um modelo de IA pode liberar até 284 toneladas. Apesar de empresas do setor investirem em fontes renováveis, essas iniciativas ainda são insuficientes diante do crescimento exponencial da demanda por processamento digital (Strubell, Ganesh e McCallum, 2019).

Além do consumo energético, outros impactos ambientais são frequentemente negligenciados. A geração de lixo eletrônico — composto por metais pesados e componentes tóxicos —, a extração insustentável de recursos naturais e os efeitos das mudanças climáticas na saúde humana configuram externalidades críticas da era digital (OPAS, 2021), exigindo uma reavaliação urgente do paradigma tecnológico atual, que ainda trata a sustentabilidade como um adendo, não como premissa.

Estudos mais recentes, como os de Sundberg (2023) e Wu *et al.* (2022), evidenciam que a operação contínua desses sistemas demanda uma quantidade de energia que, se não mitigada por fontes renováveis, contribui significativamente para a pegada de carbono do setor. O próprio processo de treinamento de modelos avançados de inteligência artificial, como o GPT-4, configura-se como um dos vetores mais críticos de impacto ambiental no setor tecnológico contemporâneo (O'Donnell e Crownhart, 2025).

Conforme Strubell, Ganesh e McCallum (2019), somente o treinamento do antecessor, o GPT-3, demandou aproximadamente 1.287 MWh de energia, resultando na emissão de 552 toneladas de CO_2 equivalente (CO_2eq), volume comparável às emissões anuais de 120 veículos médios ou 60 voos intercontinentais. Em comparação, no caso de modelos mais recentes e de maior escala, como o GPT-5, embora dados precisos sejam escassos devido à opacidade corporativa, estima-se que a ampliação significativa de parâmetros, o aumento do volume de dados e a complexidade do treinamento possam elevar substancialmente o consumo energético total do ciclo de desenvolvimento, a depender da matriz energética utilizada e do grau de eficiência da infraestrutura computacional (Sundberg, 2023; O'Donnell e Crownhart, 2025).

Paralelamente, a rápida evolução tecnológica e a obsolescência programada dos equipamentos, tais como GPUs e outros componentes de alta performance, geram um volume crescente de resíduos eletrônicos (UNITAR, 2024). Esses resíduos, frequentemente compostos por materiais tóxicos — como chumbo, mercúrio e cromo —, apresentam desafios significativos para a reciclagem e o manejo ambiental adequado.

Pesquisas conduzidas pela Supermicro (2018) revelaram que 12% dos *data centers* analisados não realizam nenhum tipo de reciclagem de lixo eletrônico, enquanto 43% sequer possuem uma política ambiental para lidar com seus resíduos eletrônicos. Dessa forma, a geração de lixo eletrônico não apenas reflete a demanda incessante por *hardware* de última geração, mas também acentua os impactos ambientais decorrentes do setor, desde a extração de matérias-primas e a emissão de poluentes até o descarte inadequado dos componentes obsoletos.

Diante desse panorama, a caracterização técnica do setor de inteligência artificial, especialmente no que tange aos *data centers*, revela um cenário em que os altos requisitos energéticos, o uso intensivo de água para refrigeração e a produção de resíduos eletrônicos se inter-relacionam para exercer uma considerável pressão sobre o meio ambiente. Considerando que o treinamento de modelos de IA constitui, em essência, um serviço que depende diretamente da infraestrutura física e operacional dos *data centers*, a análise que se seguirá se concentrará nesses estabelecimentos, enquanto núcleos efetivos das atividades potencialmente poluidoras do setor.

2. O Marco Constitucional e Legal brasileiro para a responsabilização ambiental

Em um cenário de corrida por modelos cada vez maiores — que anula ganhos marginais em eficiência, pois o aumento exponencial de parâmetros e dados demanda energia adicional, perpetuando um ciclo de crescimento insustentável —, o Direito Ambiental brasileiro, ancorado no Marco Constitucional de 1988 e na Lei de Crimes Ambientais, possui potencial para catalisar mudanças, desde que atualizado e bem apoiado para exigir transparência, limitar emissões e incentivar práticas circulares.

A Constituição Federal de 1988 representou um divisor de águas no Direito Ambiental brasileiro, elevando a proteção do meio ambiente a um patamar de direito fundamental (Bonavides, 2001, p. 523). Neste contexto, por intermédio do art. 225, a Constituição não apenas reconheceu o meio ambiente ecologicamente equilibrado como um bem de uso comum do povo, mas também impôs ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações. Somado a isso, o § 3º deste artigo merece destaque, pois determina que condutas e atividades consideradas lesivas ao meio ambiente sujeitarão os infratores — sejam pessoas físicas ou jurídicas — a sanções penais e administrativas, independentemente da obrigação de reparar os danos causados (Brasil, 1988).

Historicamente, antes da promulgação de 1988, o Direito Ambiental no Brasil era incipiente e voltado, em grande parte, à proteção de áreas específicas ou à prevenção de determinados tipos de poluição. A atual Constituição introduziu uma visão mais ampla e integrada, reconhecendo que o meio ambiente possui dimensões que ultrapassam o interesse individual e se configuram como bem coletivo essencial para a qualidade de vida. José Afonso da Silva (2000), a propósito, assevera:

> O problema da tutela jurídica do meio ambiente manifesta-se a partir do momento em que sua degradação passa a ameaçar não só o bem-estar, mas a qualidade da vida humana, se não a própria sobrevivência do ser humano [...]. O que é importante é que se tenha consciência de que o direito à vida, como matriz de todos os direitos fundamentais do homem, é que há de orientar todas as formas de atuação no campo de tutela do meio ambiente. Cumpre compreender que ele é um fator preponderante, que há de estar acima de quaisquer outras considerações como as de desenvolvimento, como as de respeito ao direito de propriedade e como as de iniciativa privada (Silva, 2000, p. 28-67).

Essa concepção de que o direito à vida deve nortear a tutela ambiental reforça a necessidade de que as práticas empresariais, inclusive no setor tecnológico, obedeçam a padrões de sustentabilidade, de modo que impactos negativos — como o elevado consumo energético e a geração de resíduos pelos *data centers* — sejam objeto de regulamentação eficaz.

O art. 225, § 3º, da CF, ao fundamentar a criminalização de condutas que causem prejuízo ambiental, abre caminho para a criação de uma legislação infraconstitucional que trate especificamente dos crimes ambientais — culminando na promulgação da Lei nº 9.605/98, que detalha as sanções aplicáveis aos infratores (Coutinho, 2012). Essa mudança paradigmática instituiu a possibilidade da responsabilidade penal de pessoas jurídicas, ampliou o campo de proteção ambiental e, além disso, atribuiu ao legislador o desafio de articular normas capazes de lidar com os efeitos negativos de atividades potencialmente poluidoras, o que, atualmente, poderia incluir também setores tecnológicos, como *data centers* que operam sistemas de inteligência artificial. É nesse cenário que o § 3º do art. 225 da Constituição se revela como a base para a responsabilização penal tanto das pessoas físicas

quanto das jurídicas, permitindo que a responsabilidade se estenda àqueles que, por meio de decisões de seus representantes ou órgãos colegiados, contribuem para a degradação ambiental (Brasil, 1988).

Na tentativa de compreender a responsabilização penal da pessoa jurídica, a doutrina apresenta, inicialmente, duas correntes teóricas fundamentais. De um lado, encontra-se a teoria da ficção, defendida por Savigny (1814), que sustenta que a pessoa jurídica é, em essência, uma construção legal — uma ficção sem personalidade própria, incapaz de agir, possuir culpabilidade ou responder penalmente. Segundo essa abordagem, as sanções penais não poderiam ser aplicadas diretamente à entidade, pois esta carece de consciência e de vontade próprias, elementos indispensáveis para a configuração de responsabilidade penal. Sobre isso, Cleber Masson (2015, p. 110) leciona que "não se admite a punição quando se tratar de agente inimputável, sem potencial consciência da ilicitude ou de quem não se possa exigir conduta diversa".

Em contraposição, a teoria da realidade — ou da personalidade real, conforme proposta por Otto Gierke (1913) — argumenta que a pessoa jurídica é uma entidade autônoma, dotada de personalidade distinta daquela de seus membros individuais, o que lhe confere a capacidade de agir e, consequentemente, de responder civil e penalmente por suas condutas. Essa perspectiva encontra respaldo na própria Constituição Federal e na Lei de Crimes Ambientais, que preveem a aplicação de sanções a infratores que sejam pessoas físicas ou jurídicas, reforçando a ideia de que a entidade corporativa possui uma existência efetiva que pode, sim, ser responsabilizada por danos ambientais.

Além dessas duas teorias clássicas, historicamente desenvolveu-se uma terceira abordagem, a da dupla imputação — também denominada imputação por ricochete. Segundo essa teoria, para que uma pessoa jurídica seja penalmente processada, seria necessário, de forma concomitante, que também houvesse a responsabilização das pessoas físicas envolvidas na decisão que culminou na conduta lesiva, com o intuito de apaziguar os conflitos da opção político constitucional e os conceitos clássicos da teoria criminal (Fiorillo e Conte, 2012, p. 34). No entanto, essa linha de pensamento tem sido objeto de intensas discussões no meio jurídico.

Enquanto o Superior Tribunal de Justiça afastou essa exigência concomitante, entendendo que a pessoa jurídica pode ser punida independentemente da condenação de uma pessoa física — como se verifica, por exemplo, no Recurso Ordinário em Mandado de Segurança (RMS) nº 39.173/BA, 6ª Turma —, o Supremo Tribunal Federal, por sua vez, modificou recentemente seu entendimento no Recurso Extraordinário (RE) nº 548.181/PR, concluindo que não é mandatório o ingresso simultâneo de ação penal contra pessoas físicas para que a responsabilização da pessoa jurídica seja possível, nem que a absolvição dos agentes individuais impeça a condenação da entidade. Tal evolução jurisprudencial, que se apoia numa interpretação literal do art. 225, § 3º, da Constituição Federal — ao dispor sobre a sanção penal de infratores, sejam pessoas físicas ou jurídicas, sem impor o ajuizamento simultâneo — evidencia a complexidade do debate e a necessidade de uma abordagem que, embora valorize a individualização da culpa, reconheça também a importância de responsabilizar as estruturas coletivas quando estas agem em detrimento do meio ambiente.

Quanto a isso, sob o argumento de que a Carta Federal não estabelece expressamente o quesito responsabilidade, pois se limita a dispor que as condutas lesivas ao meio ambiente sujeitarão o infrator, pessoa física ou jurídica, a sanções penais e administrativas, Miguel Reale Júnior (2001, p. 138) ensina: "Pondere-se, ademais, que o art. 225, § 3º, [...] deve ser interpretado no sentido de que as pessoas físicas ou jurídicas sujeitam-se respectivamente a sanções penais e administrativas".

Em contrapartida, Fernando Galvão da Rocha (2003) sustenta que:

> Por outro lado, o entendimento de que a Constituição teria deferido tratamento distinto às pessoas físicas e jurídicas levaria a concluir, também, que a responsabilidade da pessoa física ficaria restrita às sanções penais e à obrigação de reparar os danos, o que não é correto. Com certeza, a pessoa física pode ser responsabilizada administrativamente pela lesão ao meio ambiente. Provas disso são as multas instituídas pelo Dec. 3.179, de 21.09.1999, que regulamenta a Lei 9.605/98 e estabelece os parâmetros da responsabilidade administrativa para os casos de lesão ao meio ambiente (Rocha, 2003, p. 05-06).

Dessa maneira, a posição de Reale Júnior revela-se insustentável, já que seu argumento afasta a aplicação de sanções administrativas à pessoa física. Na prática, essa hipótese demonstra-se infundada, tendo em vista já ser um fato recorrente.

Embora a conduta atribuída à pessoa jurídica seja, necessariamente, realizada por pessoas físicas, é importante considerar que, no âmbito da criminalidade em nível empresarial, o comportamento delituoso costuma resultar da convergência de múltiplas ações parciais, praticadas por diferentes indivíduos com poder decisório. É um fenômeno decorrente de um sistema organizacional complexo e altamente segmentado, baseado na divisão de tarefas, o que torna especialmente difícil mensurar a culpabilidade e estabelecer a forma de responsabilização. Essa dificuldade se deve tanto aos exigentes critérios subjetivos de imputação adotados pela dogmática penal tradicional quanto aos obstáculos práticos para identificar — e comprovar — a contribuição efetiva de cada agente na concretização do delito (Torrão, 2010, p. 139).

Dessa forma, a adoção da teoria da dupla imputação no âmbito dos crimes ambientais reflete uma tentativa de harmonizar a necessidade de individualização da culpa com a realidade das decisões corporativas, especialmente em setores digitais. Logo, embora a jurisprudência tenha avançado ao permitir que a responsabilização penal da pessoa jurídica ocorra independentemente da condenação concomitante das pessoas físicas, persiste o desafio de se atribuir, de forma precisa, a influência dos agentes individuais nas decisões que resultam em danos ambientais, o que favorece, indica e reforça a responsabilidade da pessoa jurídica como a melhor saída.

No contexto ambiental penal, essa problemática adquire contornos ainda mais complexos. Empresas que operam na esfera de tecnologia, sobretudo aquelas responsáveis por *data centers* e infraestruturas de inteligência artificial, lidam com processos decisórios intrincados e dispersos — cenário similar ao narrado e comentado por Torrão (2010):

> Efectivamente, as políticas adotadas no seio de uma empresa e (ou) os vários comportamentos individuais enredados no delineamento funcional de uma organização colectiva, acabam por concorrer para a prática de um ilícito cri-

> minal, dentro da lógica de uma sinergia colectiva. Estes comportamentos consubstanciam-se, amiúde, em iniciativas irreflectidas ou negligentes — que por si só, podem nem constituir crime — facilitadas e potencializadas pela falta de uma regulamentação cuidadosa que deveria vigorar no seio da empresa ou, existindo mesmo essa regulamentação, por uma ineficácia na aplicação das sanções regulamentares (Torrão, 2010, p. 77-78).

Em situações desse jaez, a identificação e a comprovação do nexo causal entre a decisão coletiva e o dano ambiental podem se tornar particularmente árduas, exigindo um aparato pericial sofisticado e uma análise minuciosa dos processos internos, reforçando a importância de adotar mecanismos que não permitam que a difusão da responsabilidade entre os diversos atores envolvidos se converta em obstáculo à efetiva mitigação dos atos ilícitos e punição, mantendo assim o rigor necessário para a proteção do meio ambiente. Na prática, todos esses fatores dificultam a identificação da pessoa física responsável pelo crime, constituindo verdadeiros obstáculos à responsabilidade penal individual, mesmo porque quem agiu, no sentido social e econômico, foi a pessoa jurídica (Coutinho, 2012).

Ao mesmo tempo, a aplicação do arcabouço normativo brasileiro — que se fundamenta tanto no art. 225, § 3º, da Constituição Federal quanto no art. 3º da Lei nº 9.605/98 — estabelece um parâmetro de que a proteção ambiental é dever de todos, sendo imperativo que as estruturas coletivas, ao exercerem atividades potencialmente poluidoras, assumam a responsabilidade pelos danos causados (Brasil, 1998). Logo, essa abordagem, ao mesmo tempo em que preserva a individualização da culpa, busca evitar a impunidade resultante da complexidade organizacional das empresas, sobretudo no setor digital, onde as operações podem, conforme resumidamente demonstrado, gerar impactos ambientais significativos.

Em outras palavras, e de forma resumida, o Marco Constitucional de 1988 permanece como um pilar central na defesa do meio ambiente, orientando tanto a criação de leis específicas quanto a interpretação dos tribunais em casos de danos ambientais, e servindo como exemplo de como os direitos ambientais podem ser efetivamente incorporados ao ordenamento jurídico para promover a sustentabilidade e a justiça ambiental. Ademais, uma vez admitida

a responsabilidade penal da pessoa jurídica, é indiscutível sua incidência sobre as pessoas jurídicas de direito privado. Estas, por sua vez, são elencadas pelo Código Civil, em seu art. 44, *caput*:

> Art. 44. São pessoas jurídicas de direito privado:
>
> I – as associações;
>
> II – as sociedades;
>
> III – as fundações;
>
> IV – as organizações religiosas;
>
> V – os partidos políticos. (Brasil, 2002)

Ante esse cenário, torna-se relevante destacar que *data centers*, enquanto estruturas organizacionais mantidas por empresas privadas voltadas à gestão e ao processamento de grandes volumes de dados — muitas vezes operando com autonomia técnica e administrativa —, configuram-se como pessoas jurídicas de direito privado, enquadrando-se, portanto, nas categorias previstas no art. 44 do Código Civil. À luz disso, quando essas entidades adotam práticas que resultem em danos ambientais — como o consumo exacerbado de energia, a inadequada destinação de resíduos eletrônicos ou o uso de modelos computacionais com alta emissão de carbono —, elas se inserem no escopo da responsabilidade penal ambiental.

3. Aplicação do Direito Penal Ambiental às atividades vinculadas aos *Data Centers*

É a partir do Marco Constitucional de 1988, que estabeleceu a proteção ambiental como um direito fundamental e impôs ao Estado e à coletividade o dever de defesa do meio ambiente, que a promulgação da Lei nº 9.605/98 surge como um aprofundamento natural desses preceitos. Ao passo que o art. 225, § 3º, da Constituição firmou a base para a criminalização das condutas lesivas ao meio ambiente, responsabilizando pessoas físicas e jurídicas, a Lei de Crimes Ambientais veio detalhar os mecanismos de proteção e responsabilização, tornando efetivas as sanções para quem, de forma direta ou indireta, causar danos ambientais.

Nesse ínterim, a Lei nº 9.605/98 define que as pessoas jurídicas serão responsabilizadas administrativa, civil e penalmente por atos cometidos por meio de decisões de seus representantes legais ou órgãos colegiados, no interesse ou benefício da entidade (Brasil, 1998). Concomitantemente, a mesma legislação mantém a possibilidade de responsabilização das pessoas físicas envolvidas, exigindo que se comprove dolo, culpa ou negligência em sua conduta, o que evidencia o compromisso do ordenamento jurídico em não deixar escapar, seja pelo rigor técnico ou pela complexidade das estruturas corporativas, os responsáveis pela degradação ambiental. Logo, compreende-se que tal disposição não estabelece que a pessoa jurídica seja autora de crime, mas apenas responsável, de forma objetiva, a partir do ato criminoso.

Ao articular os preceitos constitucionais com a regulamentação infraconstitucional, a Lei de Crimes Ambientais amplia o campo de proteção do meio ambiente e estabelece um modelo de responsabilização que se adapta tanto às condutas individuais quanto às práticas coletivas, sendo fundamental para a compreensão das exigências e obrigações impostas a todos os agentes que atuam em atividades potencialmente poluidoras — tema que se torna especialmente relevante na análise de setores de alta tecnologia.

A proteção do meio ambiente, por sua vez, não se resume apenas à mera repressão de condutas lesivas, mas também se ancora em uma série de diretrizes normativas que orientam tanto a prevenção quanto a reparação dos danos. Por esse motivo, o ordenamento jurídico adota uma abordagem que, de forma integrada, busca equilibrar o desenvolvimento econômico com a preservação dos recursos naturais, o que se reflete na aplicação de princípios que, apesar de não expostos de maneira explícita, permeiam toda a legislação ambiental (Bechara, 2009, p. 21).

Para operacionalizar essas diretrizes, o ordenamento ambiental lança mão de diversos instrumentos de gestão e controle que traduzem os princípios em práticas efetivas. É esse arcabouço integrado de instrumentos que fundamenta a exigência de licenciamento ambiental como etapa indispensável para o início de qualquer atividade que opere sobre recursos naturais.

O licenciamento ambiental configura-se como um dos principais instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº 6.938/1981), destinado a conciliar o desenvolvimento econômico com a preservação dos ecossistemas. Trata-se de um procedimento administrativo obrigatório para funcionamento de estabelecimentos e atividades utilizadores de recursos ambientais, efetiva ou potencialmente poluidores ou capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental, conforme definido no art. 10 da referida lei, dependendo de autorização prévia do órgão ambiental competente (Brasil, 1981).

A caracterização de uma atividade como "potencialmente poluidora" na legislação brasileira não exige a comprovação prévia de danos concretos, bastando a existência de riscos associados à sua operação ou que tenha sido praticada em contrariedade com o regulamento na qual está listada. Nesse passo, no âmbito do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), surge a Resolução CONAMA nº 237/1997, com a finalidade de regulamentar e operacionalizar as disposições da lei ambiental, estabelecendo definições, competências e condições aplicáveis aos processos (Brasil, 1997). De forma exemplificativa e não exaustiva, ela lista os empreendimentos e atividades sujeitas ao licenciamento, permitindo, apesar disso, que os órgãos ambientais estaduais e municipais ampliem essa relação conforme as especificidades regionais e o princípio da cooperação federativa previsto no art. 23, VI, da Constituição Federal (Brasil, 1988; Viegas, 2018).

A atividade de inteligência artificial, especialmente quando vinculada a *data centers*, enquadra-se nessa categoria devido ao seu elevado consumo de energia, frequentemente originária de fontes não renováveis; à demanda hídrica para sistemas de refrigeração; e à geração de resíduos eletrônicos, conforme já mencionado. A Resolução CONAMA nº 1/1986 reforça essa lógica ao determinar a obrigatoriedade de Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) para empreendimentos que, por sua natureza, possam causar significativa degradação, critério que abrange a instalação de infraestruturas tecnológicas de alta complexidade (Brasil, 1986).

Mesmo na ausência de certeza científica absoluta sobre os impactos ambientais de modelos de IA, o licenciamento serve como mecanismo preventivo, exigindo que empresas adotem tecnologias menos poluentes e compen-

sem danos inevitáveis. Ao regulamentar o licenciamento de empreendimentos de geração de energia, por exemplo, a Resolução CONAMA nº 237/1997 oferece um paralelo útil: assim como usinas termelétricas devem comprovar mitigação de emissões, *data centers* poderiam ser obrigados a apresentar planos de transição energética e eficiência hídrica.

Assim, o licenciamento ambiental atua como ferramenta essencial para internalizar custos ecológicos à IA, alinhando-se ao princípio do poluidor-pagador (Aragão, 1997). Todavia, sua efetividade depende da atualização normativa para incorporar especificidades do setor tecnológico, como métricas padronizadas de emissões de carbono por ciclo de treinamento de modelos e regulamentação do descarte de *hardware*.

Para operar no Brasil, uma usina siderúrgica deve comprovar controle de emissões, gestão de efluentes e recuperação de áreas degradadas para obter a Licença de Operação. Apesar disso, empresas de tecnologia frequentemente operam sob a alegação de que sua atividade é "limpa", apesar de *data centers* consumirem até 200 vezes mais energia por metro quadrado do que edifícios comerciais convencionais, segundo a Agência Internacional de Energia (IEA, 2023). Essa disparidade revela uma lacuna regulatória: enquanto indústrias tradicionais internalizam custos ambientais há décadas, o setor de TI beneficia-se de uma narrativa de inovação que obscurece seus impactos, mesmo quando comparáveis aos de setores intensivos em recursos.

O fato é que, reconhecida a natureza de pessoa jurídica de direito privado dos prestadores de serviços de inteligência artificial e das operadoras de *data centers*, bem como as características de exigência do CONAMA, impõe-se a possibilidade de lhes imputar a prática de delitos ambientais previstos na Lei nº 9.605/98. A referida norma admite expressamente a responsabilidade penal objetiva das pessoas jurídicas por condutas lesivas ao meio ambiente, desde que praticadas por seus representantes ou órgãos colegiados, no interesse ou benefício da entidade.

Embora haja divergência doutrinária e necessidade de aprofundamento em questões peculiares, não há óbice constitucional ou infralegal para que se considerem tais operadores de dados sujeitos às sanções penais ambientais,

mormente diante da evidência de que o consumo energético exacerbado, o uso intensivo de recursos hídricos e a geração de resíduos eletrônicos por eles configuram potenciais fontes de poluição e degradação ambiental.

A fim de se vislumbrar a aplicação prática, destaca-se o art. 60 da Lei de Crimes Ambientais. Nele, considera-se crime "fazer funcionar, em desacordo com as exigências legais ou regulamentares, estabelecimento, obra ou serviço potencialmente poluidor" (Brasil, 1998). Por se tratar de crime formal, não se exige a efetiva ocorrência do dano ambiental, bastando a simples inobservância das exigências normativas para caracterizar a ilicitude. Ademais, a noção de perigo concreto remete à capacidade objetiva de a conduta gerar risco relevante ao meio ambiente, independentemente de lesão consumada (Ghignone, 2007).

Ao aplicar tais preceitos ao setor de *data centers*, verifica-se que a expressiva demanda energética, o uso intensivo de água para sistemas de refrigeração e o manejo de resíduos eletrônicos conferem a esses estabelecimentos o *status* de atividades potencialmente poluidoras. Com isso, a operação de tais serviços sem licenciamento prévio, nos moldes estabelecidos pelo art. 10 da Lei nº 6.938/81 e pela Resolução CONAMA nº 237/97, configura hipótese possivelmente enquadrável no tipo penal do art. 60 da Lei de Crimes Ambientais, sujeitando a pessoa jurídica responsável às sanções penais correspondentes.

Considerações finais

A análise conduzida neste estudo demonstra que a operação de *data centers*, especialmente no contexto da inteligência artificial, apresenta impactos ambientais significativos, caracterizados pelo elevado consumo energético, pela geração de resíduos eletrônicos e pelo uso intensivo de recursos hídricos para refrigeração. Tais atividades, conforme evidenciado, configuram-se como potencialmente poluidoras, enquadrando-se no escopo da Lei nº 9.605/98, que regula os crimes ambientais no Brasil, bem como no art. 225 da Constituição Federal de 1988, que estabelece a proteção ambiental como um direito fundamental e impõe a responsabilidade penal e administrativa a pessoas tanto físicas quanto jurídicas por condutas lesivas ao meio ambiente.

A responsabilização penal de pessoas jurídicas, como as empresas que operam *data centers*, encontra amparo na evolução jurisprudencial brasileira, notadamente nas decisões do Superior Tribunal de Justiça (STJ) e do Supremo Tribunal Federal (STF) que afastaram a necessidade de imputação concomitante de pessoas físicas para a persecução penal da entidade corporativa. Somado a isso, o art. 3º da Lei nº 9.605/98 reforça que as pessoas jurídicas podem ser penalmente responsabilizadas por atos praticados em seu interesse ou benefício, desde que configurada a conduta lesiva.

Em uma aplicação prática, a ausência de licenciamento ambiental, exigido pelo art. 10 da Lei nº 6.938/81 e regulamentado pelas Resoluções CONAMA nº 1/86 e nº 237/97, constitui infração penal quando os *data center*s operam sem observar as normas de controle ambiental, especialmente considerando sua pegada de carbono e os impactos decorrentes da gestão inadequada de resíduos eletrônicos. Essa aplicação do art. 60, em particular, funciona como um mecanismo dissuasório contra o funcionamento irregular de atividades poluidoras, reforçando a obrigação de empresas do setor tecnológico de internalizar os custos ambientais de suas operações.

Portanto, conclui-se que a responsabilização penal de *data centers* não apenas se apresenta como viável, mas constitui instrumento fundamental para além dos limites da mera reparação civil. Ao admitir sanções criminais — em consonância com o art. 225, § 3º, da CF/88, e o art. 60 da Lei 9.605/98 —, abre-se caminho para um debate jurídico que transcende o senso comum da responsabilidade civil, que se circunscreve à restauração do dano. Essa perspectiva possibilita a adoção de medidas coercitivas e preventivas mais incisivas, combinando sanções penais com políticas de incentivo à transparência e à utilização de fontes renováveis.

Desse modo, o Direito Ambiental brasileiro reafirma seu papel catalisador na indução de práticas empresariais sustentáveis, garantindo que o desenvolvimento tecnológico se sujeite ao imperativo constitucional de preservar o meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo.

Referências

ARAGÃO, M. A. S. *O princípio do poluidor-pagador*: pedra angular da política comunitária do ambiente. De Natura Et de Urbe-1. Coimbra: Coimbra Editora, 1997, Stvdia Ivridica, n. 23.

BECHARA, E. *Licenciamento e compensação ambiental na Lei do Sistema Nacional das Unidades de Conservação (SNUC)*. São Paulo: Atlas, 2009.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2 set. 1981. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm. Acesso em: 13 fev. 2026.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 1, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília*, DF, 17 fev. 1986. Seção 1, p. 2548-2549. Disponível em: https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=745. Acesso em: 13 fev. 2026.

BRASIL. [Constituição (1988)]. *Constituição da República Federativa do Brasil de 1988*. Brasília, DF, 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 13 fev. 2026.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997. Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília,* DF, n. 247, 22 dez. 1997. Seção 1, p. 30841-30843. Disponível em: https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=237. Acesso em: 13 fev. 2026.

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, e dá outras providências. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 13 fev. 1998. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm. Acesso em: 13 fev. 2026.

BRASIL. Lei nº 10.406, de 10 de janeiro de 2002. Institui o Código Civil. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília*, DF, 11 jan. 2002. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/l10406compilada.htm. Acesso em: 13 fev. 2026.

BRASIL. Superior Tribunal de Justiça. Recurso em Mandado de Segurança nº 39.173/BA (2012/0203137-9). Recorrente: Petróleo Brasileiro S/A — Petrobras. Recorrido: União. Relator: Ministro Reynaldo Soares da Fonseca. Brasília, DF, 2015. *Diário da Justiça Eletrônico*, 13 ago. 2015. Disponível em: https://www.stj.jus.br/websecstj/cgi/revista/REJ.cgi/ATC?seq=49335073&tipo=51&nreg=201202031379&SeqCgrmaSessao=&CodOrgaoJgdr=&dt=20150813&formato=PDF&salvar=false. Acesso em: 13 fev. 2026.

BRASIL. Supremo Tribunal Federal. *Recurso Extraordinário nº 548.181 AgR/PR*. Relatora: Ministra Rosa Weber. 1ª Turma. Brasília, DF, 2021. Disponível em: https://redir.stf.jus.br/paginadorpub/paginador.jsp?docTP=TP&docID=7087018. Acesso em: 13 mar. 2026.

BRASIL. Supremo Tribunal Federal. *Informativo nº 714*. Brasília, DF, [2013]. Disponível em: https://www.stf.jus.br/arquivo/informativo/documento/informativo714.htm. Acesso em: 13 fev. 2026.

BONAVIDES, P. *Curso de direito constitucional*. São Paulo: Malheiros, 2001.

BORDAGE, F. The environmental footprint of the digital world. GreenIt.fr., setembro de 2019. Disponível em: https://www.greenit.fr/wp-content/uploads/2019/11/GREENIT_EENM_etude_EN_accessible.pdf. Acesso em: 14 fev 2026.

COUTINHO, C. M. S. *A responsabilidade penal da pessoa jurídica na lei de crimes ambientais*: da necessidade de construção dogmática de um sistema de imputação penal autônomo do sujeito coletivo. 2012. 161 f. Dissertação (Mestrado em Direito) — Centro de Ciências Jurídicas, Faculdade de Direito do Recife, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2012.

CYPIONKA, A. A internet como devoradora de energia. *Humboldt*, 2020. Disponível em: https://www.goethe.de/prj/hum/pt/nac/21737853.html. Acesso em: 14 mar. 2025.

FIORILLO, C. A. P. ; CONTE, C. P. *Crimes ambientais*. São Paulo: Saraiva, 2012.

GHIGNONE, L. T. *Manual ambiental penal*. Comentários à Lei nº 9.605/98. Decisões judiciais. Roteiros práticos. Modelos de peças. Salvador: Ministério Público do Estado da Bahia, Núcleo Mata Atlântica, 2007.

GIERKE, O. *Das deutsche Genossenschaftsrecht*. Berlin: Weidmann, 1868-1913. 4 v.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. D*ata centres and data transmission networks*. Paris, 2023. Disponível em: https://www.iea.org/energy-system/buildings/data-centres-and-data-transmission-networks. Acesso em: 13 fev. 2026.

MASSON, C. *Direito penal esquematizado* — vol. 1. Parte geral (arts. 1º a 120). 9. ed. São Paulo: Método, 2015.

O'DONNELL, J; CROWNHART, C. *We did the math on AI's energy footprint. Here's the story you haven't heard. MIT Technology Review*, 20 mai. 2025. Disponível em: https://www.technologyreview.com/2025/05/20/1116327/ai-energy-usage-climate-footprint-big-tech. Acesso em: 13 fev. 2026.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE (OPAS). *Aumento do lixo eletrônico afeta saúde de milhões de crianças, alerta OMS.* 15/06/2021. Disponível em: https://www.paho.org/pt/noticias/15-6-2021-aumento-do-lixo-eletronico-afeta-saude-milhoes-criancas-alerta-oms. Acesso em 14 fev 2026.

REALE JÚNIOR, M. *Responsabilidade penal da pessoa jurídica*: em defesa do princípio da imputação penal subjetiva. São Paulo: Ed. Revista dos Tribunais, 2001.

ROCHA, F. A. N. G. *Responsabilidade Penal da Pessoa Jurídica*. Belo Horizonte: Ed. Del Rey, 2003.

SAVIGNY, F. C. von. *Vom Beruf unserer Zeit für Gesetzgebung und Rechtswissenschaft*. Heidelberg: Mohr Siebeck, 1814.

SILVA, J. A. *Direito ambiental constitucional*. São Paulo: Malheiros, 2000.

STRUBELL, E.; GANESH, A.; MCCALLUM, A. Energy and Policy Considerations for Deep Learning in NLP. *In:* ANNUAL MEETING OF THE ASSOCIATION FOR COMPUTATIONAL LINGUISTICS, 57., 2019, Florence. *Proceedings* [...]. Stroudsburg, PA: Association for Computational Linguistics, 2019. p. 3645-3650. Disponível em: https://aclanthology.org/P19-1355.pdf. Acesso em: 12 fev. 2026.

SUNDBERG, N. Tackling AI's Climate Change Problem. *MIT Sloan Management Review*, 12 dez. 2023. Disponível em: https://sloanreview.mit.edu/article/tackling-ais-climate-change-problem. Acesso em: 13 fev. 2026.

SUPERMICRO COMPUTER, Inc. *Data Centers and the Environment: survey report*. Supermicro Report Highlights Environmental Impact of Today's Cloud-Scale Data Centers. San Jose (CA): Supermicro Computer, Inc., 18 dez. 2018. Disponível em: https://www.supermicro.com/WeKeepITGreen/Data_Centers_and_the_Environment_Dec2018_Final.pdf. Acesso em: 12 fev 2026.

TORRÃO, F. *Societas delinquere potest?*: da responsabilidade individual e coletiva nos crimes de empres*a*. Coimbra: Edições Almedina, 2010.

UNITED NATIONS INSTITUTE FOR TRAINING AND RESEARCH. *Global e-Waste Monitor 2024*: electronic waste rising five times faster than documented e-waste recycling. Genebra: UNITAR, 2024. Disponível em: https://unitar.org/about/news-stories/press/global-e-waste-monitor-2024-electronic-waste-rising-five-times-faster-documented-e-waste-recycling. Acesso em: 4 jun. 2025.

VIEGAS, E. C. O crime do artigo 60 da Lei 9.605/98 como de perigo abstrato. *Consultor Jurídico*, 28 set. 2018. Disponível em: https://www.conjur.com.br/2018-set-29/ambiente-juridico-ocrime-artigo60-lei-960598-perigo-abstrato. Acesso em: 13 jul. 2025.

WU, C.-J. *et al*. Sustainable AI: Environmental Implications, Challenges and Opportunities. *arXiv*, 2022. Disponível em:https://doi.org/10.48550/arXiv.2111.00364. Acesso em: 13 fev. 2026.