

COP 30:

PROPRIEDADE INTELECTUAL E SUSTENTABILIDADE

PERANTE AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS



Liz Beatriz Sass
Marcos Wachowicz
Organizadores

A missão do Instituto Observatório do Direito Autoral – IODA é estimular estudos e reflexões acadêmicas sobre os Direitos Intelectuais na Sociedade Informacional, observando as oportunidades fornecidas pela tecnologia para maior inclusão social, tecnológica e cultural.

O IODA, por meio de pesquisas multidisciplinares e de parcerias institucionais, realiza estudos da Sociedade Informacional, analisando as dimensões legais, sociais, econômicas, tecnológicas e culturais da Revolução da Tecnologia da Informação e Comunicação.



IODA - INSTITUTO OBSERVATÓRIO DO DIREITO AUTURAL
R. XV de Novembro - n. 556 - cj 1306 - andar 13 - Cond. Lustoza
CEP: 80.020-310 - Curitiba - PR
Telefone: 55 (41) 99975-7250
E-mail: contato@ioda.org.br
<https://ioda.org.br/>

CONSELHO EDITORIAL

José de Oliveira Ascensão – Univ. Lisboa/Portugal – (*in memoriam*)
Denis Borges Barbosa – (*in memoriam*)

Alexandre L. Dias Pereira – Univ. Coimbra/Port.
Alexandre Ricardo Pessler – Gedai/UFPR
Ângela Kretschman – Gedai/UFPR
Antonio Carlos Morato - USP
Carlos A. P. de Souza – ITS/Rio
Dario Moura Vicente – Univ. Lisboa/Portugal
Francisco Humberto Cunha Filho – Unifor
Guilherme Coutinho Silva – Gedai/UFFS
Guilherme P. Moreno – Univ. Valência/Espanha
Heloisa Gomes Medeiros – UEMA
José Augusto Fontoura Costa – USP
J. P. F. Remédio Marques – Univ. Coimbra/Port.
Karin Grau-Kuntz – IBPI/Alemanha

Leticia Canut - Gedai/UFPR
Liz Beatriz Sass – UFSC
Luiz Gonzaga Silva Adolfo - ULBRA
Manoel David Masseno – Ibeja/Portugal
Marcelo Conrado – UFPR
Márcia Carla Pereira Ribeiro – UFPR
Marcos Wachowicz – UFPR
Mariana Valente – InternetLab
Pedro Marcos Nunes Barbosa – PUC/Rio
Rodrigo Moraes - UFBA
Rodrigo Vieira - UFERSA
Sérgio Staut Júnior – UFPR
Valentina Delich – Flacso/Argentina
Victor Gameiro Drummond – EMERJ

Projeto gráfico e diagramação: Sônia Maria Borba

Capa: Gabriel Wachowicz

Revisão: Luciana Reusing, Bibiana Biscaia Virtuoso, Heloisa G. Medeiros e Marcelle Cortiano

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecária: Maria Isabel Schiavon Kinasz, CRB9 / 626

COP 30: propriedade intelectual e sustentabilidade
C781 perante as mudanças climáticas [recurso eletrônico] / organização de Liz Beatriz Sass, Marcos Wachowicz – Curitiba: IODA, 2026.
265p.; il.; 23cm
Vários colaboradores
ISBN: 978-65-85149-34-1

1. Propriedade intelectual. 2. Sustentabilidade. 3. Mudanças climáticas. 4. Inovações tecnológicas. I. Sass, Liz Beatriz (org.). II. Wachowicz, Marcos (org.).

CDD 333.79 (22.ed)
CDU 577.4

Esta obra é distribuída por meio da Licença Creative Commons 3.0
Atribuição/Usos Não Comerciais/Vedada a Criação de Obras Derivadas / 3.0 / Brasil



Liz Beatriz Sass
Marcos Wachowicz
Organizadores

COP 30:

PROPRIEDADE INTELECTUAL E SUSTENTABILIDADE

PERANTE AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Curitiba
ioda
INSTITUTO OBSERVATÓRIO
DO DIREITO AUTOREAL

2026

APRESENTAÇÃO

Em novembro de 2025, a maior negociação climática do planeta aconteceu no coração da Amazônia. Entre os dias 10 e 21, Belém do Pará sediou a 30ª Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima — a COP 30, a primeira realizada na floresta, sob a presidência brasileira. O simbolismo era inédito: levar o debate climático global ao território que regula o clima do continente e concentra a maior biodiversidade do mundo. Após duas semanas de negociação, as 194 Partes adotaram, por consenso, 56 decisões, 24 das quais integram o chamado Pacote Político de Belém. Entre as principais entregas, destacam-se o Mapa do Caminho de Baku a Belém, com a meta de mobilizar US\$ 1,3 trilhão por ano em financiamento climático para os países em desenvolvimento até 2035; o compromisso de dobrar o financiamento de adaptação até 2025 e triplicá-lo até 2035; a operacionalização do Fundo de Perdas e Danos; e a criação da Missão Belém para 1,5°C, voltada a elevar a ambição e a implementação das Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs).

Contudo, no final do encontro, o balanço foi de frustração. Os esforços para conter o aumento da temperatura global seguem distantes do necessário, e os desastres climáticos se tornam cada vez mais onipresentes e destrutivos. Diante desse quadro, a COP 30 nasceu com um objetivo claro: estabelecer caminhos concretos para cumprir as promessas já feitas e recolocar o mundo em uma trajetória mais segura. A pergunta central era como os países reagiriam à falta de ambição dos novos compromissos climáticos nacionais, as NDCs. Esperava-se que as nações se comprometessem com mapas do caminho para o fim dos combustíveis fósseis e para a contenção do desmatamento. A expectativa, porém, foi frustrada pela oposição dos petroestados. A decisão final ficou restrita a iniciativas voluntárias para acelerar a ação climática nacional. Restou, então, à Presidência brasileira a intenção de avançar com esses mapas do caminho fora do processo formal de negociações.

Desse modo, o documento final não trouxe uma linguagem forte sobre a superação dos combustíveis fósseis, nem sobre o combate ao desmatamento, e cerca de oitenta países se opuseram à inclusão de metas de transição energética. Portanto, a decepção com o resultado da COP 30 não é acidental: ela expõe a distância entre a retórica da ambição climática e a arquitetura concreta de incentivos, direitos e exclusividades que estrutura a economia global. E é exatamente nessa fenda que a propriedade intelectual se revela um ator silencioso, que permeia de forma indireta diversas decisões acerca de como se combater as mudanças climáticas.

Com efeito, é possível afirmar que a relação entre mudanças climáticas e direitos de propriedade intelectual tem duas faces. De um lado, a ecoeficiência: patentes e outros direitos exclusivos são apresentados como alavancas da inovação “verde”, capazes de impulsionar tecnologias verdes, viabilizar a transferência tecnológica e acelerar o cumprimento das metas climáticas. De outro, o ecodesastre: o mesmo sistema opera como instrumento de cercamento proprietário, que exclui o Sul Global do acesso a tecnologias essenciais, apropria saberes tradicionais e biodiversidade e invisibiliza a base material do digital. Consequentemente, a propriedade intelectual pode ser ponte ou muro para a justiça climática; tudo depende de ‘como’ e para quem os direitos exclusivos são desenhados, concedidos e exercidos.

Embora a propriedade intelectual raramente figure como elemento principal na agenda formal das COPs, ela tem efeitos concretos sobre as metas que se pretende alcançar. É ela que decide quem acessa as tecnologias de descarbonização, quem controla dados genéticos e conhecimentos tradicionais e como a inovação verde é financiada, distribuída e, não raro, retida. Portanto, tratar a PI como detalhe técnico secundário é um erro de diagnóstico com consequências concretas sobre o futuro do planeta.

Não obstante a decepção generalizada com os resultados concretos da COP 30, esta obra não se limita a analisar o que foi decidido em Belém ou apenas expor as suas mazelas: ela propõe reflexões, melhorias e indagações ao sistema de propriedade intelectual no contexto das mudanças climáticas.

O livro está organizado em três partes. A Parte I, “Materialidade do Digital e Soberania Tecnológica”, reúne três capítulos. No primeiro, “Da Nuvem ao Território: a COP 30 e a materialidade climática da inteligência artificial”, Laura Muller e Liz Beatriz Sass analisam a IA a partir de sua materialidade energética e territorial, mostrando como a expansão dos *data centers* desafia a governança climática e reproduz assimetrias ambientais e geopolíticas. No segundo, “Conectando Inteligência Artificial, Propriedade Intelectual e Objetivos do Desenvolvimento Sustentável”, Rafaela Di Sabato Guerrante e Araken Alves de Lima examinam a interface entre IA, patentes e os ODS, com base no relatório da OMPI de 2024 e nas deliberações da COP 30, propondo oito elementos normativos para as negociações. No terceiro, “Além do Algoritmo: soberania de dados e hardware resiliente para uma IA tropical (2015–2025)”, Marcelle Carolina Caetano Coelho e Myriam Linda Souza Dias demonstram as falhas da IA em ecossistemas tropicais e propõem a Ciência de Dados Tropical como caminho para a soberania tecnológica brasileira no pós-COP 30.

A Parte II, “Saberes Ancestrais e Bioeconomia Digital: Proteção vs. Expropriação”, reúne dois capítulos. No primeiro, “Conhecimentos Tradicionais e Justiça Climática: entre a expropriação sistêmica e a ruptura normativa do Círculo dos Povos na COP 30”, Heloísa Gomes Medeiros investiga a inadequação estrutural dos regimes clássicos de PI para proteger os saberes tradicionais e analisa o Círculo dos Povos como sinal de ruptura com os fundamentos normativos da ação climática global. No segundo, “Governança de Dados e *Compliance* na Bioeconomia Digital: o papel da inteligência artificial na salvaguarda da biodiversidade e dos conhecimentos tradicionais para a COP 30”, Pauline Dulcinéia Mesquita Santiago e Liz Beatriz Sass analisam o biocolonialismo digital na Amazônia, a lacuna das DSIs e o papel da IA na governança da biodiversidade e dos saberes ancestrais.

A Parte III, “Mecanismos Globais e o Papel das Instituições no Esverdeamento Tecnológico”, também reúne dois capítulos. No primeiro, “A Transferência de Tecnologias Verdes no Pós-COP 30: a aquisição de patentes via receitas do CBAM para a operacionalização do Belém *Technology Implementation Programme*”, Letícia Schröter Brognoli propõe um fundo europeu, financiado pelas receitas do Mecanismo de Ajuste de Carbono na

Fronteira, para adquirir patentes verdes e democratizar o acesso às tecnologias de descarbonização. No segundo, “ODS ns. 16 e 17 da Agenda Global 2030: perspectivas de esverdeamento tecnológico do Poder Judiciário brasileiro”, Adilson Pires Ribeiro e Melissa Ely Melo verificam se a Justiça 4.0 está alinhada aos ODS 16 e 17, avaliando se o uso de novas tecnologias amplia o acesso à justiça e a celeridade processual em conformidade com a sustentabilidade.

Como revela a organização da obra, o leitor encontrará uma variedade de temas capazes de formar massa crítica sobre a propriedade intelectual e sua relação com as mudanças climáticas. Cabe aqui um agradecimento sincero a cada autor que aceitou o desafio de escrever para este livro, ousando refletir sobre a propriedade intelectual no contexto da COP 30 — um tema que, com certeza, exige rigor, coragem intelectual e generosidade. Como organizadores, agradecemos a partilha desse conhecimento e o compromisso com a construção desta obra.

Por fim, concluímos que a COP 30 demonstrou que a ambição climática não depende apenas de metas e de financiamento: depende também de repensar a exclusividade intelectual que estrutura a economia global. Nesse sentido, este livro é um convite e um ponto de partida para essa reflexão. Convidamos o leitor a percorrer as páginas que seguem com espírito crítico e aberto e a somar-se às novas pesquisas sobre propriedade intelectual e mudanças climáticas. Que esta obra inspire não apenas leituras, mas também perguntas, projetos e compromissos capazes de transformar o sistema de PI em instrumento de justiça climática.

Liz Beatriz Sass

Marcos Wachowicz

SUMÁRIO

PARTE I

MATERIALIDADE DO DIGITAL E SOBERANIA TECNOLÓGICA

DA NUVEM AO TERRITÓRIO: A COP 30 E A MATERIALIDADE CLIMÁTICA DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL..... 11

Liz Beatriz Sass | Laura Müller

CONECTANDO INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL, PROPRIEDADE INTELECTUAL E OBJETIVOS DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL52

Rafaela Di Sabato Guerrante | Araken Alves de Lima

ALÉM DO ALGORITMO: SOBERANIA DE DADOS E *HARDWARE* RESILIENTE PARA UMA IA TROPICAL (2015–2025) 92

Marcelle Carolina Caetano Coelho | Myriam Linda Souza Dias

PARTE II

SABERES ANCESTRAIS E BIOECONOMIA DIGITAL: PROTEÇÃO VS. EXPROPRIAÇÃO

CONHECIMENTOS TRADICIONAIS E JUSTIÇA CLIMÁTICA: ENTRE A EXPROPRIAÇÃO SISTÊMICA E A RUPTURA NORMATIVA DO CÍRCULO DOS POVOS NA COP 30 117

Heloísa Gomes Medeiros

GOVERNANÇA DE DADOS E COMPLIANCE NA BIOECONOMIA DIGITAL: O PAPEL DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA SALVAGUARDA DA BIODIVERSIDADE E DOS CONHECIMENTOS TRADICIONAIS PARA A COP 30 147

Pauline Dulcinéia Mesquita Santiago | Liz Beatriz Sass

PARTE III

MECANISMOS GLOBAIS E O PAPEL DAS INSTITUIÇÕES
NO ESVERDEAMENTO TECNOLÓGICO

A TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIAS VERDES NO PÓS-COP 30: A AQUISIÇÃO DE PATENTES VIA RECEITAS DO CBAM PARA A OPERACIONALIZAÇÃO DO BELÉM TECHNOLOGY IMPLEMENTATION PROGRAMME..... 187
Letícia Schröter Brognoli

ODS NS. 16 E 17 DA AGENDA GLOBAL 2030: PERSPECTIVAS DE ESVERDEAMENTO TECNOLÓGICO DO PODER JUDICIÁRIO BRASILEIRO 214
Adilson Pires Ribeiro | Melissa Ely Melo

DEPOIS DE BELÉM: PROPRIEDADE INTELECTUAL, TECNOLOGIA E JUSTIÇA CLIMÁTICA NO PÓS-COP 30. Da exclusividade sobre a inovação à governança sustentável do conhecimento..... 243
Marcos Wachowicz

PARTE I

MATERIALIDADE DO DIGITAL E SOBERANIA TECNOLÓGICA



DA NUVEM AO TERRITÓRIO: A COP 30 E A MATERIALIDADE CLIMÁTICA DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Liz Beatriz Sass¹
Laura Müller²

RESUMO

A presente pesquisa analisa a inteligência artificial (IA) a partir de sua materialidade energética e territorial, investigando como a expansão de *data centers* desafia a governança climática contemporânea e quais instrumentos regulatórios podem emergir da COP 30 para evitar a reprodução de assimetrias ambientais e geopolíticas. Parte-se da premissa de que a IA constitui uma infraestrutura sociotécnica intensiva em recursos naturais, cuja expansão tem sido sistematicamente invisibilizada no debate regulatório e fragmentada nos instrumentos internacionais, como as Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs). Adota-se abordagem qualitativa, de caráter analítico-descritivo, com base em revisão bibliográfica interdisciplinar e análise documental. Os resultados evidenciam que a economia digital

¹ Doutora em Direito pela Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC (2016), com estágio de Doutorado na Universidade de Alicante (Espanha) pelo PDSE da CAPES. Mestre em Direito Público pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos (2006) e Especialista em Direito Empresarial pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (2005). É Professora adjunta no Departamento de Direito e no Programa de Pós-Graduação em Direito da Universidade Federal de Santa Catarina - PPGD/UFSC. Atuou como Secretária de Aperfeiçoamento Institucional (Secretaria de Aperfeiçoamento Institucional- SEAI), junto ao Gabinete da Reitoria da UFSC, na gestão de 2018 a 2022. É líder do Núcleo de Pesquisa em Propriedade Intelectual da UFSC (NUPPI) e colaboradora do Observatório Nacional de Direitos Autorais - ONDA. Compõe o corpo de árbitros da Câmara de Mediação e Arbitragem da Associação Comercial e Industrial de Florianópolis - ACIF. E-mail: liz.sass@ufsc.br

² Graduanda em Direito pela Universidade Federal de Santa Catarina. Pesquisadora e bolsista em Iniciação Científica (PIBIC/CNPq) no Núcleo de Pesquisa em Propriedade Intelectual - NUPPI/UFSC/CNPq. E-mail: mullerlaura.lm@gmail.com

reproduz dinâmicas de dependência, combinando extrativismo de dados e de infraestrutura, com territorialização desigual de impactos ambientais. No contexto da COP 30, verifica-se a predominância de uma abordagem orientada pelo solucionismo tecnológico, que incorpora a IA como ferramenta climática sem enfrentar sua base material. Conclui-se que a governança climática da IA exige a superação da fragmentação institucional e a adoção de um modelo de governança sistêmica, baseado em transparência, métricas socioambientais auditáveis e responsabilização ao longo de toda a cadeia produtiva, sob pena de consolidação de novas formas de extrativismo digital.

Palavras-chave: Inteligência Artificial; Infraestrutura; COP 30; Sustentabilidade; *Data centers*.

1 INTRODUÇÃO

A infraestrutura global da *Internet* é distribuída de maneira estratégica, moldada por dinâmicas de poder corporativas e estatais que determinam a geografia dos dados e das capacidades computacionais (Burrington, 2014). Longe de ser uma “*nuvem*” etérea e desmaterializada, a Inteligência Artificial (IA) opera sobre uma base física com gastos intensos em energia, água, território e minerais críticos (Hasselbalch e Van Wynsberghe, 2024).

A expansão acelerada de *data centers*, especialmente aqueles dedicados ao treinamento e à operação de modelos de larga escala, acaba evidenciando que a transição digital é também uma transição infraestrutural, cujos impactos ambientais, sociais e geopolíticos permanecem, em grande medida, invisibilizados no debate público e regulatório. Esse debate começa a emergir, ainda que de forma incipiente e fragmentada, no contexto da COP 30³, realizada em Belém do Pará. Embora a inteligência artificial

³ A Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (CQNUMC/UNFCCC) institui a Conferência das Partes (COP) como órgão deliberativo responsável por implementar os compromissos assumidos pelos Estados no enfrentamento das mudanças climáticas, sendo composta por 198 Partes e configurando-se como um dos principais foros multilaterais do Sistema das Nações Unidas (ONU). Disponível em: <https://cop30.br/pt-br/sobre-a-cop30/o-que-e-a-cop>. Acesso em: 19 fev. 2026.

não tenha ocupado posição central na agenda oficial, organizações da sociedade civil, pesquisadores e atores institucionais passaram a apontar seus impactos ambientais como uma preocupação crescente no âmbito da governança climática.

Na América Latina e Caribe, a OLADE (2025) projeta que o consumo energético de *data centers* de IA pode saltar de 1,6% da eletricidade regional em 2023 para 5% em 2035, pressionando sistemas elétricos já tensionados e revelando o paradoxo dos chamados “*data centers verdes*”, muitas vezes sustentados por PPAs renováveis que não eliminam a dependência de fontes fósseis locais (JLL, 2024).

Durante um painel dedicado à infraestrutura digital na COP 30, especialistas reunidos pela Confederação Nacional da Indústria (CNI) destacaram que os *data centers* são a *espinha dorsal* da economia digital e têm potencial multiplicador de empregos em toda a sua cadeia produtiva, gerando impactos que vão além das vagas diretas em suas instalações (Carvalho, 2025). Essa perspectiva ressalta que a infraestrutura da IA não apenas consome recursos, mas também se articula com dinâmicas de desenvolvimento econômico que intersectam emprego, conectividade e capacitação técnica.

No mesmo evento, o Brasil, enquanto país anfitrião da Conferência, propôs a criação de uma Infraestrutura Digital Pública Global para o Clima (*Climate DPI*), concebida como uma base digital aberta e interoperável de dados, finanças e inteligência digital para a ação climática mundial. A proposta, coordenada pelo Instituto de Tecnologia e Sociedade do Rio de Janeiro (ITS Rio) e apresentada ao presidente da COP 30, visa enfrentar a fragmentação das iniciativas climáticas globais por meio de uma infraestrutura digital compartilhada que permita o monitoramento, o financiamento e a coordenação em tempo real de políticas climáticas (Angel, 2025). Essa iniciativa desloca a infraestrutura digital da IA para o centro das estratégias climáticas globais, sugerindo que seu papel vai além da otimização tecnológica e deve ser considerado um pilar estruturante da governança climática do século XXI.

Diante desse contexto, a presente pesquisa parte da seguinte pergunta: como a materialidade energética e territorial da Inteligência Artificial,

mediada pela expansão de *data centers* no Sul Global, desafia a governança climática contemporânea e quais instrumentos regulatórios podem emergir da COP 30 para evitar a reprodução de assimetrias ambientais e geopolíticas? Essa pergunta reforça a necessidade de compreender a IA como infraestrutura socioambientalmente significativa, cuja expansão tem implicações diretas sobre soberania digital, consumo de recursos naturais e desigualdades entre Norte e Sul Global.

A ausência de centralidade da inteligência artificial na agenda climática institucional contrasta com a crescente evidência de seus impactos materiais, revelando uma lacuna regulatória que tende a se ampliar na mesma medida em que a infraestrutura digital se expande.

A fim de responder à problemática, a presente pesquisa adota abordagem qualitativa e analítico-descritiva, com base em revisão bibliográfica interdisciplinar e análise documental de relatórios técnicos, políticas públicas e instrumentos internacionais de governança climática, com auxílio das ferramentas de IA (*ChatGPT, Claude e Perplexity*) para otimizar a escrita e levantamento de materiais bibliográficos e documentais, contudo, ressalta-se que toda a supervisão, análise crítica, verificação de fontes e redação final foram realizadas sob estrita responsabilidade e supervisão humana, assegurando a integridade e a autoria intelectual do estudo.

A estrutura do artigo organiza-se em três eixos. O primeiro examina a materialidade da IA, desconstruindo a narrativa da “nuvem” e evidenciando os impactos energéticos, hídricos e territoriais dos *data centers*. O segundo investiga a geopolítica da infraestrutura digital no Sul Global, discutindo arbitragem regulatória, soberania e conflitos socioambientais associados à expansão desses empreendimentos. Por fim, o terceiro capítulo analisa a COP 30 como janela de oportunidade para a construção de uma governança climática da infraestrutura digital, propondo instrumentos como critérios ambientais vinculados à propriedade intelectual da IA, incentivos a *data centers* de baixo impacto e mecanismos de cooperação tecnológica sustentável.

Parte-se, assim, da premissa de que a IA deve ser compreendida como infraestrutura de poder (material, energética e territorial) e não ape-

nas como inovação algorítmica. Ao ancorar a discussão na COP 30, este estudo busca contribuir para a formulação de um modelo de governança que articule inovação tecnológica, justiça climática e soberania digital, evitando que a transição digital se converta em mais um capítulo das assimetrias históricas entre Norte e Sul Global.

Discutir *data centers* na agenda climática, portanto, significa reconhecer que a transformação digital também possui custos ecológicos e sociais, exigindo regulação, cooperação internacional e modelos tecnológicos mais sustentáveis para que a inovação não aprofunde desigualdades nem comprometa metas ambientais globais (Horta e Pochmann, 2025).

2 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E DATA CENTERS: A MATERIALIDADE CLIMÁTICA DA INOVAÇÃO DIGITAL

Não há, até o momento, uma definição jurídica unívoca e consolidada acerca do que se entende por “inteligência artificial”. A própria literatura especializada tampouco apresenta uniformidade conceitual, refletindo o caráter dinâmico e em constante evolução desse campo. Ainda assim, em perspectiva contemporânea, a inteligência artificial (IA) pode ser compreendida como um conjunto de técnicas e sistemas computacionais capazes de simular, em alguma medida, processos cognitivos humanos, tais como aprendizagem, reconhecimento de padrões, tomada de decisão e processamento de linguagem natural. Fundamentada em métodos como o aprendizado de máquina (*machine learning*) e o aprendizado profundo (*deep learning*), a IA opera a partir da análise de grandes volumes de dados, identificando correlações e produzindo inferências que orientam suas respostas e funcionalidades (Stryker e Kavlakoglu, s.d.).

Nesse sentido, a inteligência artificial deve ser compreendida não apenas como um fenômeno tecnológico, mas como um sistema socio-técnico complexo, cuja operacionalização depende de uma infraestrutura material intensiva em recursos naturais. Tal compreensão rompe com a narrativa da “nuvem” como espaço desmaterializado, evidenciando sua ancoragem em territórios, cadeias produtivas e fluxos físicos de energia e água (Couldry e Mejias, 2019).

A partir dessa compreensão, a crescente popularização e consequente dependência das tecnologias baseadas em IA têm impulsionado uma demanda exponencial por infraestrutura computacional e capacidade de processamento de dados, evidenciando a indispensabilidade de uma base material composta por centros de processamento de dados, servidores, e uma extensa cadeia de suprimentos.

Tal deslocamento analítico permite superar a dicotomia entre o digital e o material, evidenciando que a economia informacional está profundamente enraizada em fluxos físicos de energia, água e recursos naturais. Nesse contexto, a expansão da IA deve ser compreendida como vetor de intensificação metabólica entre economia e natureza, ampliando a pressão sobre sistemas ecológicos já tensionados (Furtado e Cunha, 2024).

Essa expansão revela não apenas um fenômeno tecnológico, mas uma reconfiguração material da economia digital, intensiva em energia, recursos naturais e infraestrutura territorializada. Além disso, evidencia uma dimensão política, na medida em que a dependência de serviços digitais operados por empresas estrangeiras pode comprometer a soberania digital dos países usuários. A externalização de atividades como o armazenamento em nuvem tende a ampliar a vulnerabilidade a interesses externos e a limitar a autonomia tecnológica nacional (Pereira e Faleiros Junior, 2024; Geraldi, 2023; Amadeu, 2023, Rachid, 2022).

Essa dimensão revela que a infraestrutura digital não é apenas técnica, mas também estratégica, inserindo-se no campo das disputas por poder, controle de dados e autonomia tecnológica em escala global.

Inserida na lógica de racionalização que marca a modernidade⁴, a noção de “progresso” passa a funcionar como vetor de legitimação da exploração sistemática da natureza, assumindo papel central na construção jurídica do conceito de dano (Steigleder, 2003, p. 59). Tal racionalidade,

⁴ Max Weber identifica a modernidade como um processo caracterizado, entre outros aspectos, pelo desencantamento e intelectualização do mundo, pela crescente importância do conhecimento técnico especializado, pela objetificação das estruturas sociais e pelo desenvolvimento de meios racionalmente organizados de controle sobre o homem e a natureza. (PEREIRA, Chyara Sales. **Modernidade, racionalização e natureza**. Geografias, Belo Horizonte, v. 3, n. 1, p. 135-148, jan./jun. 2007).

conforme apontado pela tradição sociológica, estrutura-se na centralidade do conhecimento técnico e no desenvolvimento de meios racionalizados de controle sobre a natureza, o que contribui para naturalizar a apropriação intensiva de recursos como condição do desenvolvimento. O progresso deixa de operar como horizonte neutro e passa a funcionar como discurso legitimador de práticas ambientalmente degradantes.

É justamente nesse contexto que se revela inadequada a percepção de que a IA constituiria uma tecnologia imaterial. Ao contrário, sua expansão está intrinsecamente vinculada a uma complexa infraestrutura físico-material, intensiva no uso de recursos naturais e energéticos. A suposta “imaterialidade” da IA configura, assim, uma construção discursiva que contribui para a ocultação dos custos ambientais inerentes à sua operação. Trata-se, portanto, de uma externalização sistemática dos custos ambientais da inovação digital, na medida em que os impactos ecológicos são difusamente distribuídos, enquanto os benefícios econômicos permanecem concentrados.

Sob a perspectiva da sustentabilidade forte⁵, essa lógica revela-se incompatível com a compreensão da sustentabilidade como limite prévio ao desenvolvimento, exigindo a reconfiguração da relação entre sociedade e natureza, de modo que a avaliação da sustentabilidade preceda as dinâmicas de expansão econômica e observe os limites ecológicos da biosfera (Sass, 2016).

Não por acaso, a expansão da IA revela-se incompatível, em diversos aspectos, com os limites ecológicos que deveriam condicioná-la. Como consequência, esses avanços vêm acompanhados de custos computacionais elevados, que resultam em impactos financeiros e ambientais significativos. Tal constatação reforça a necessidade de se avaliar a inovação tecnológica não apenas sob critérios de eficiência, mas também à luz de seus efeitos sistêmicos sobre meio ambiente e a necessidade de compatibilização entre desenvolvimento tecnológico, sustentabilidade e soberania (Sass, Müller, Gomes, 2025).

⁵ A sustentabilidade forte é uma abordagem ecológica que considera o capital natural insubstituível pelo capital humano ou tecnológico.

Essa incompatibilidade manifesta-se de forma particularmente evidente no plano operacional dos sistemas de IA. Modelos de processamento de linguagem natural (PLN)⁶ de larga escala demandam treinamento prolongado em *hardware* especializado, consumindo grande quantidade de energia elétrica e gerando emissões substanciais de dióxido de carbono. Estimativas indicam que o treinamento de modelos avançados pode emitir volumes de CO₂ comparáveis ou superiores aos de atividades cotidianas de alto impacto ambiental, como transporte aéreo frequente ou o uso de veículos ao longo de sua vida útil (Strubell, Ganesh e McCallum, p. 3645-3650, 2019).

Para além desses dados empíricos, a compreensão dessa dinâmica exige um enquadramento teórico capaz de evidenciar a estrutura subjacente ao consumo energético da infraestrutura digital. Nesse sentido, a teoria conhecida como *The Big Tree*, proposta por Koomey (2008), oferece uma representação elucidativa da complexa relação entre consumo energético, eficiência tecnológica e expansão da demanda por serviços digitais. Segundo o autor, a infraestrutura digital pode ser compreendida como uma estrutura orgânica composta por três camadas interdependentes: as “raízes”, que correspondem aos recursos naturais indispensáveis, como energia elétrica e minerais estratégicos; o “tronco”, que simboliza a base física da infraestrutura, notadamente os *data centers* e as redes de transmissão; e, por fim, as “folhas”, que representam os dispositivos e serviços acessados pelos usuários finais.

Nesse modelo, embora os avanços em eficiência energética tenham promovido reduções no consumo por unidade de processamento de dados, tal ganho é sistematicamente compensado e, em muitos casos, superado, pela expansão contínua da demanda por serviços digitais, como *streaming* e aplicações de IA, resultando no aumento do consumo energético total e, consequentemente, da pressão ambiental associada a essa infraestrutura. Esse cenário caracteriza um efeito rebote estrutural: embora os avanços tecnológicos reduzam o consumo de recursos por operação, a expansão

⁶ Os modelos modernos de PLN (Processamento de Linguagem Natural) são criados principalmente por meio do aprendizado de máquina.

continua da demanda aumenta o uso total da infraestrutura digital e impede a redução efetiva de seus impactos ambientais.

A operação eficiente e contínua de um centro de dados depende intrinsecamente de uma arquitetura de infraestrutura robusta e multifacetada. Esta infraestrutura pode ser categorizada em três pilares fundamentais: Infraestrutura de TI, Infraestrutura de Energia Elétrica e Infraestrutura de Climatização. Contudo, essa necessidade complexa expõe a dependência de fontes muitas vezes não renováveis, com transformadores, geradores a combustível e bancos de baterias que, além de consumirem recursos, geram resíduos (EPE, 2025).

Na América Latina, projeções indicam que o consumo energético associado a *data centers* poderá crescer de aproximadamente 1,6% para cerca de 5% da demanda total até 2035, evidenciando não apenas a expansão dessa infraestrutura na região, mas também o aprofundamento de sua dependência energética (OLADE, 2023). Esse crescimento revela que a digitalização da economia está intrinsecamente vinculada à intensificação do uso de recursos naturais, afastando qualquer concepção de imaterialidade tecnológica. A complexa estrutura necessária ao funcionamento dos centros de dados baseada em equipamentos de alto desempenho para processamento e armazenamento de dados, implica elevado consumo de energia e insumos materiais, frequentemente associados a matrizes não renováveis, o que contribui para a ampliação de seus impactos ambientais (Kopka e Grashof, 2022).

Sob a perspectiva do consumo energético, em 2025, os *data centers* consumiram entre 240 e 340 TWh em 2022, o equivalente a 1,3% da demanda global de eletricidade, segundo a IEA - *Internacional Energy Agency*. Esse cenário é agravado ao se verificar a projeção para 2026, em que prevê-se que o consumo de eletricidade dos *data centers*, da IA e das criptomoedas poderá atingir o dobro dos níveis de 2022 até 2026⁷, representando cerca de 2% da demanda global de eletricidade em 2022 (IEA, 2025). Esse cenário acaba por reforçar a necessidade de integração entre políticas de

⁷ MIT TECHNOLOGY REVIEW. **IA e consumo de energia**. Disponível em: <https://mittechreview.com.br/ia-e-consumo-de-energia/>. Acesso em: 28 jan. 2025.

transformação digital e planejamento energético, sob pena de agravamento das pressões sobre matrizes energéticas e compromissos climáticos nacionais e internacionais.

Longe de se tratar de uma tendência abstrata, a expansão energética dos *data centers* já se concretiza, revelando a escala material dessa infraestrutura. Nos Estados Unidos, por exemplo, há a concentração de cerca de 3% dos *data centers* do mundo, projeta-se que essas infraestruturas representam aproximadamente 6% de todo o consumo de energia elétrica do país. Já na Irlanda, as previsões são ainda mais alarmantes, estima-se que, até o final de 2026, os *data centers* respondam por cerca de 32% do consumo total de eletricidade nacional (Gooding, 2024). Já no Brasil, o cenário não é distinto. De acordo com a plataforma *DataCenterMap* (2026), o país conta atualmente com 204 *data centers*, distribuídos por diferentes regiões, de norte a sul do território nacional.

Figura 1: Distribuição geográfica dos *data centers* no Brasil



(DATAMAP, 2025)

O Ministério de Minas e Energia (MME), por meio da EPE, projeta uma expansão significativa da demanda elétrica associada às novas

infraestruturas digitais no país. Segundo estimativas da EPE, o consumo de energia elétrica relacionado a esse segmento poderá crescer, em média, 17% ao ano entre 2025 e 2030, refletindo sobretudo a expansão de *data centers*, computação em nuvem e aplicações de inteligência artificial no Brasil (EPE, 2025). Esse crescimento impõe desafios ao planejamento energético nacional, especialmente no que diz respeito à expansão da capacidade de geração, à disponibilidade de infraestrutura de transmissão e à compatibilização entre a digitalização da economia e os compromissos de sustentabilidade do país.

Esse cenário não se limita a projeções teóricas, manifestando-se concretamente em empreendimentos recentes no Brasil. A instalação de *data centers* da *Microsoft* voltados à IA no interior do estado de São Paulo, por exemplo, tem evidenciado o elevado consumo hídrico associado a essas infraestruturas. De acordo com reportagem da Folha de S. Paulo (2026), unidades localizadas na região de Campinas podem consumir até 3,24 milhões de litros de água por dia, volume equivalente ao abastecimento de aproximadamente 15 mil pessoas.

A compreensão dos impactos hídricos da infraestrutura digital exige atenção a uma tensão estrutural frequentemente ausente do debate regulatório: o *trade-off* entre eficiência energética e eficiência hídrica, mensuradas respectivamente pelos indicadores *Power Usage Effectiveness* (PUE) e *Water Usage Effectiveness* (WUE). O PUE, desenvolvido pelo *Green Grid* e consolidado como principal métrica de eficiência energética do setor, expressa a razão entre o consumo total de energia da instalação e a energia efetivamente utilizada pelos equipamentos de TI, quanto mais próximo de 1,0, mais eficiente. O WUE, por sua vez, quantifica o volume de água consumido por unidade de energia computacional, expresso em litros por quilowatt-hora (L/kWh), refletindo o impacto hídrico dos sistemas de resfriamento (*The Green Grid*, apud EESI, 2024).

A média global de WUE em *data centers* situa-se em aproximadamente 1,9 L/kWh, sendo o valor ideal próximo de zero, alcançável apenas em instalações totalmente resfriadas a ar (EESI, 2024). O desafio reside no fato de que PUE e WUE tendem a evoluir em direções opostas: soluções

que reduzem o consumo energético por meio de resfriamento evaporativo melhoram o PUE, mas aumentam significativamente o uso de água; por outro lado, sistemas baseados em ar eliminam a dependência hídrica, porém elevam a demanda energética (Equinix, 2024; LAPIN, 2025). Esse *trade-off* se reflete empiricamente na expansão recente do setor: o consumo direto de água por *data centers* nos Estados Unidos saltou de cerca de 21,2 bilhões de litros, em 2014, para aproximadamente 66 bilhões em 2023, mais que triplicando em menos de uma década (Lawrence Berkeley National Laboratory, 2024).

Com isso, verifica-se que essa adoção massiva de resfriamento líquido amplamente promovida como solução para a intensidade energética da IA, não elimina o impacto ambiental, mas o transfere do eixo energético para o hídrico, logo, os ganhos de eficiência em uma dimensão são compensados pela ampliação do impacto em outra.

Tal relação inversa revela um dilema regulatório de primeira ordem: a avaliação isolada de métricas induz distorções na mensuração da sustentabilidade, legitimando como “eficientes” ou “verdes” infraestruturas que simplesmente deslocam seu passivo ambiental entre recursos naturais. Em regiões sujeitas a estresse hídrico, como o interior paulista, essa distorção assume contornos de *greenwashing* tecnológico, na medida em que ganhos de eficiência energética são obtidos às custas da pressão sobre recursos hídricos locais já tensionados. A governança ambiental de *data centers* exige, portanto, abordagens integradas que considerem simultaneamente PUE, WUE e impactos territoriais.

Casos como esse evidenciam que a materialidade da inteligência artificial não apenas produz impactos ambientais, mas também tensiona diretamente a governança local de recursos naturais, especialmente em contextos de escassez hídrica. Ainda, acabam por evidenciar a contradição da sustentabilidade, dinâmica essa que pode ser compreendida à luz do Paradoxo de Jevons⁸, no qual os ganhos de eficiência tecnológica coexistem

⁸ O paradoxo de Jevons, formulado por William Stanley Jevons no século XIX, descreve o fenômeno pelo qual aumentos na eficiência no uso de um recurso reduzem seu custo e acabam por incentivar seu consumo em maior escala, podendo elevar o consumo total.

com a ampliação do impacto ambiental, fenômeno no qual o aumento da eficiência tende a estimular o consumo total do recurso -, intensificada, no contexto da IA, por uma verdadeira “corrida armamentista” tecnológica que eleva a demanda por infraestrutura computacional e consumo energético em larga escala (Insper, 2024), podendo, em determinadas circunstâncias, assumir contornos de *greenwashing* tecnológico.

O caso brasileiro não é isolado, mas reflete uma tendência global de intensificação da demanda hídrica associada à infraestrutura digital. Além do elevado consumo energético, estudos recentes também destacam a significativa pegada hídrica associada ao funcionamento de *data centers* e ao treinamento de modelos de inteligência artificial. O *Lawrence Berkeley National Laboratory* (2025) alertou que, até 2028, os *data centers* nos EUA poderiam consumir cerca de 74 bilhões de galões de água anualmente (Kyle, 2025). Os sistemas de resfriamento utilizados para manter a estabilidade térmica dos servidores frequentemente dependem de grandes volumes de água, especialmente em instalações que utilizam resfriamento evaporativo (Kyle, 2025). Pesquisas indicam que o treinamento de modelos avançados de IA pode demandar milhões de litros de água ao longo de seu ciclo computacional, considerando tanto o consumo direto quanto o indireto associado à geração de eletricidade utilizada nesses processos. A intensificação da pegada hídrica dos *data centers*, em regiões sujeitas a estresse hídrico, pode agravar conflitos socioambientais e exigir mecanismos mais rigorosos de regulação e alocação de recursos.

Como se não fosse o bastante, a expansão da infraestrutura necessária ao funcionamento da inteligência artificial não se esgota no consumo energético e hídrico de sua operação, ela se estende, de forma ainda mais invisibilizada, à cadeia global de suprimentos tecnológicos que sustenta a fabricação dos equipamentos relacionados aos centros de dados. A fabricação de servidores, GPUs e demais equipamentos utilizados em *data centers* depende de minerais estratégicos, como cobre, lítio, cobalto e elementos de terras raras (Venditti, 2023), cuja extração frequentemente está associada a impactos ambientais relevantes e a desafios socioeconômicos em países produtores e explorados (Wang *et. al.*, 2024). A crescente demanda por capacidade computacional também tende a intensificar pressões sobre

recursos naturais e cadeias produtivas já marcadas por desigualdades estruturais.

Essa posição dupla de fornecedora de insumos e receptora de infraestrutura intensiva em recursos revela uma assimetria estrutural que antecipa o argumento desenvolvido no próximo capítulo. A concentração geográfica da extração agrava o problema: a República Democrática do Congo produz mais de 75% do cobalto mundial (*Cobalt Institute*, 2026), sendo esse mineral indispensável às baterias de lítio que alimentam os sistemas de *backup* de energia dos *data centers* e, no entanto, figura entre os países mais pobres do planeta (*Amnesty International*, 2016). O Relatório da Anistia Internacional documenta as condições de risco em que mineradores artesanais, incluindo milhares de crianças, extraem cobalto no Congo, rastreando como esse mineral abastece a cadeia produtiva de grandes marcas globais de tecnologia. Em 2024, um tribunal norte-americano absolveu *Apple*, *Google*, *Microsoft*, *Dell* e *Tesla* de responsabilidade pelo trabalho infantil nessas minas, sob o argumento de que a relação entre as empresas e os fornecedores configurava mera transação comercial ordinária. Esta decisão, independentemente de seu mérito jurídico, evidencia a *ausência* de mecanismos vinculantes de devida diligência na cadeia de suprimentos da infraestrutura digital (ABC News, 2024).

Ainda, em 2025, o preço do cobre subiu 28% diante da expansão dos *data centers* de IA e da transição energética (Brasil Amazônia Agora, 2026), enquanto a produção global desses minerais permanece concentrada em poucos países, especialmente na China, gerando riscos geopolíticos e compelindo a busca por fornecedores alternativos. Com grandes reservas de terras raras e nióbio, o Brasil entrou no radar de potências ocidentais como fornecedor estratégico, atraindo investimentos bilionários, mas também ampliando conflitos socioambientais em áreas sensíveis.

Nesse cenário, a noção de soberania digital adquire centralidade analítica, na medida em que evidencia a capacidade (ou a sua ausência) dos Estados de exercer controle efetivo sobre infraestruturas tecnológicas, fluxos de dados e sistemas de informação em seus territórios. A dependência de serviços digitais fornecidos por corporações estrangeiras implica não ape-

nas vulnerabilidades econômicas, mas também riscos à autonomia política e à segurança informacional, uma vez que dados estratégicos passam a ser armazenados e processados sob jurisdições externas. Assim, a expansão da inteligência artificial, quando ancorada em infraestruturas concentradas e transnacionais, tende a enfraquecer a autodeterminação dos países periféricos, aprofundando relações de subordinação tecnológica (Sass, Müller e Gomes, 2025).

O crescimento acelerado dessas infraestruturas também impõe pressões adicionais sobre os sistemas elétricos nacionais. A elevada demanda energética dos *data centers* pode exigir a expansão da capacidade de geração e transmissão de eletricidade, além de gerar disputas pelo uso da energia entre diferentes setores da economia. Em determinados contextos, essa demanda crescente tem levado governos e operadores do sistema elétrico a reavaliar políticas energéticas e critérios de autorização para novas instalações de centros de dados. Um exemplo relevante dos conflitos socioambientais associados à expansão da infraestrutura digital ocorreu no Chile, com o projeto de construção de um *data center* da empresa Google na comuna de Cerrillos, na região metropolitana de Santiago.

O empreendimento, estimado em aproximadamente US\$ 200 milhões, enfrentou contestação de moradores e organizações locais em razão do potencial impacto sobre os recursos hídricos da região, especialmente em um contexto de prolongada escassez de água (Cooperativa, 2024). Em 2024, o Segundo Tribunal Ambiental de Santiago determinou a revisão do processo de licenciamento ambiental do projeto, exigindo a incorporação de análises mais detalhadas sobre os efeitos das mudanças climáticas e sobre o consumo de água associado ao sistema de resfriamento dos servidores (Emol, 2024).

Diante das controvérsias e do revés judicial, a empresa anunciou a reformulação do projeto, incluindo alternativas tecnológicas para reduzir o consumo hídrico da instalação. O episódio evidencia como a expansão de *data centers* tem suscitado debates sobre sustentabilidade, governança ambiental e gestão de recursos naturais no contexto da infraestrutura digital (La Nación, 2024).

Diante desse panorama global, a regulamentação estatal da inteligência artificial e de seus centros de dados, especialmente no que diz respeito à infraestrutura necessária ao seu funcionamento e aos impactos ambientais dela decorrentes, torna-se elemento decisivo para determinar se essa tecnologia poderá contribuir para um modelo de desenvolvimento sustentável ou se, ao contrário, intensificará desigualdades estruturais e pressões sobre os sistemas energéticos e ambientais.

No contexto global atual, a infraestrutura digital deixa de ser mero suporte técnico e passa a ocupar posição central na governança climática global. A ausência de regulação específica sobre os impactos ambientais da inteligência artificial revela uma lacuna crítica, cuja superação será determinante para definir se essa tecnologia contribuirá para a sustentabilidade ou aprofundará as pressões sobre os sistemas ecológicos.

A inclusão dessas infraestruturas na agenda climática internacional, especialmente no contexto da COP 30, evidencia não apenas a urgência do tema, mas também a lacuna regulatória existente no tratamento da inteligência artificial como vetor de impacto ambiental global.

3 A MATERIALIDADE DO PODER DIGITAL: GEOPOLÍTICA DOS DATA CENTERS E COLONIALISMO DE DADOS

Se a inteligência artificial depende de infraestruturas intensivas em recursos naturais, quem controla os territórios e sistemas que sustentam essa base material? A expansão dos *data centers* evidencia que a infraestrutura digital está profundamente inserida em disputas geopolíticas por energia, território e capacidade computacional. Nesse contexto, a distribuição global dessas infraestruturas não apenas reflete desigualdades históricas, mas também contribui para a consolidação de novas formas de dependência tecnológica e informacional, frequentemente associadas ao colonialismo de dados.

As atuais práticas de extração e processamento massivo de dados configuram uma nova lógica colonial, na qual indivíduos e populações são convertidos em fontes contínuas de informação e valor econômico. À

semelhança do colonialismo histórico, essa dinâmica fundamenta-se na apropriação de recursos e no controle de sujeitos para fins de acumulação (Couldry e Mejias, 2019). Nesse contexto, a centralização do controle sobre dados, plataformas e infraestruturas computacionais por grandes corporações transnacionais não apenas reproduz, mas aprofunda assimetrias globais, limitando a capacidade dos países periféricos de desenvolver soluções tecnológicas autônomas e alinhadas às suas realidades locais. Tal configuração evidencia que o fluxo de valor na economia digital permanece concentrado no Norte Global, enquanto os países do Sul assumem, predominantemente, o papel de provedores de dados, recursos naturais e território para a expansão dessas infraestruturas (Sass, Müller e Gomes, 2025).

Para uma compreensão mais precisa das dinâmicas em curso, é necessário distinguir analiticamente duas dimensões do extrativismo digital, frequentemente tratadas de forma indiferenciada na literatura. A primeira, o extrativismo de dados, refere-se à captura massiva de comportamentos, preferências e interações de usuários localizados no Sul Global, cujos dados são processados e monetizados por plataformas sediadas no Norte, sem que os países de origem retenham qualquer fração do valor econômico gerado (Thatcher, O'Sullivan e Mahmoudi, 2016). A segunda dimensão, mais recente e igualmente invisibilizada, pode ser designada como extrativismo de infraestrutura: a mobilização intensiva de território, energia, água e minerais estratégicos dos países periféricos para sustentar o funcionamento físico da economia digital global. Enquanto o extrativismo de dados opera na camada lógica da infraestrutura, o extrativismo de infraestrutura incide diretamente sobre os sistemas ecológicos e territoriais dos países receptores, configurando uma dupla extração que não se reduz à esfera informacional, mas se materializa em pressões ambientais concretas. Essa distinção tem implicações regulatórias diretas: enquanto o primeiro demanda instrumentos de proteção de dados e soberania informacional, o segundo exige mecanismos de licenciamento ambiental, devida diligência na cadeia de suprimentos e governança territorial da infraestrutura digital (Ricaurte, 2019). A ausência dessa diferenciação no debate regulatório contribui para que políticas de proteção de dados sejam apresentadas como resposta suficiente a um problema que também possui dimensão ecológica e territorial.

Ante os apontamentos supra, a infraestrutura digital não pode ser compreendida apenas como suporte técnico, mas como um mecanismo de regulação e exercício de poder. Como sustenta Lawrence Lessig, em *Code 2.0*, o código (entendido como a arquitetura dos sistemas digitais) atua como forma de regulação, estruturando comportamentos, possibilidades de ação e relações de controle no ambiente informacional. Ao transpor essa lógica para a materialidade dos *data centers*, percebe-se que o poder não reside apenas nos fluxos de dados, mas também na capacidade de projetar, controlar e territorializar as infraestruturas que os tornam possíveis.

As relações internacionais atuais são, também, assim definidas tanto por disputas geotecnológicas quanto pela geopolítica tradicional, com fóruns e alianças globais sendo reconfigurados por debates sobre dominância digital. Essa dinâmica insere-se em uma lógica mais ampla de reorganização do capitalismo contemporâneo, frequentemente descrita como tecnocapitalismo, na qual a acumulação de valor desloca-se progressivamente da produção material para a captura, processamento e monetização de dados em larga escala, tornando a infraestrutura digital um ativo estratégico central.

Outrossim, a crescente centralidade dos *data centers* na economia tem sido acompanhada por sua reconfiguração como infraestruturas críticas de segurança, sujeitas a disputas geopolíticas e riscos de ataques em contextos de conflito (Liu, 2026). Ademais, em 2026, no contexto de escalada geopolítica no Oriente Médio, forças iranianas realizaram ataques com drones contra *data centers* comerciais operados por empresas norte-americanas na região do Golfo, incluindo instalações da *Amazon Web Services* nos Emirados Árabes Unidos e no Bahrein, causando danos físicos e interrupções em serviços digitais essenciais. O episódio evidencia que essas infraestruturas passaram a ser compreendidas como alvos estratégicos em contextos de conflito, sendo integradas à lógica da guerra contemporânea. Em resposta, empresas e Estados têm intensificado investimentos em proteção física e cibernética dessas estruturas, reforçando que a infraestrutura da inteligência artificial não apenas sustenta a economia digital, mas também se insere na arquitetura global de segurança e soberania digital (Liu, 2026).

A restrição ao acesso a dados ambientais e a celebração de acordos de confidencialidade também tensionam compromissos internacionais assumidos por países latino-americanos, como o Acordo de Escazú, que garante direitos de acesso à informação, participação pública e justiça ambiental, especialmente em contextos de projetos com significativo impacto socioambiental. O Acordo, adotado em 2018 e em vigor desde 2021, constitui o primeiro tratado regional da América Latina e do Caribe sobre direitos de acesso em matéria ambiental, garantindo o direito à informação, à participação pública e ao acesso à justiça em questões ambientais (CEPAL, 2018). Sua aplicação à infraestrutura digital, contudo, permanece praticamente inexplorada no debate regulatório. A prática de celebração de acordos de confidencialidade entre empresas de *data centers* e entes públicos, bem como a invocação de “segredo industrial” para obstar o acesso a informações sobre consumo de água e energia, configura violação direta das obrigações de transparência ambiental assumidas pelos Estados signatários do Acordo (Agência Pública, 2025). O direito de acesso à informação ambiental previsto no Artigo 5º⁹ do Escazú é amplo para abranger dados sobre impacto hídrico, consumo energético e emissões de carbono de empreendimentos que exercem pressão significativa sobre recursos naturais, categoria na qual se enquadram os grandes *data centers*. Ademais, o Artigo 7º¹⁰, que assegura a participação pública em processos de tomada de decisões ambientais, foi flagrantemente desrespeitado no caso do povo

⁹ Texto original: “Each Party shall ensure the public’s right of access to environmental information in its possession, control or custody, in accordance with the principle of maximum disclosure”. Tradução livre: “Cada Parte deverá assegurar o direito do público de acesso à informação ambiental sob sua posse, controle ou custódia, em conformidade com o princípio da máxima divulgação”. Disponível em: <https://concordia.itamaraty.gov.br/detalhamento-acordo/12216>. Acesso em: 20 set. 2026.

¹⁰ Texto original: “Each Party shall ensure the public’s right to participation and, for that purpose, commits to implement open and inclusive participation in environmental decision-making processes based on domestic and international normative frameworks”. Tradução livre: “Cada Parte deverá assegurar o direito do público à participação e, para esse fim, compromete-se a implementar uma participação aberta e inclusiva nos processos de tomada de decisão ambiental, com base em marcos normativos nacionais e internacionais”. Disponível em: <https://concordia.itamaraty.gov.br/detalhamento-acordo/12216>. Acesso em: 20 set. 2026.

indígena Anacé, no Ceará, privado de consulta prévia, livre e informada sobre o projeto de *data center* vinculado ao TikTok (Intercept Brasil, 2025).

O Brasil, como Estado-parte do Acordo de Escazú e anfitrião da COP 30, ocupa uma posição paradoxal: ao mesmo tempo em que assume compromissos internacionais de transparência e participação ambiental, permite que acordos de confidencialidade restrinjam o acesso público a informações sobre os impactos ecológicos da infraestrutura digital instalada em seu território. Essa contradição não é meramente formal, mas evidencia a ausência de integração entre a política de atração de investimentos em *data centers* e os compromissos internacionais de governança ambiental assumidos pelo país. A mobilização do Escazú como instrumento de *accountability* ambiental da infraestrutura digital representa, portanto, uma via jurídica concreta e subutilizada, cuja exploração por comunidades afetadas e organizações da sociedade civil poderia contribuir para romper a opacidade que caracteriza o setor.

Nesse contexto, os centros de dados deixam de ser meros suportes operacionais e passam a constituir elementos estruturantes da economia política digital, na medida em que viabilizem tanto a extração quanto a circulação de dados em escala global. A concentração geográfica dessas infraestruturas, associada ao domínio de grandes corporações tecnológicas, reforça assimetrias entre países centrais e periféricos, aprofundando dependências tecnológicas e limitando a autonomia dos Estados no controle de seus próprios fluxos informacionais (UNCTAD, 2021). Ademais, a concentração de poder tecnológico agrava a desigualdade econômica, já que os lucros gerados pelo uso de dados coletados em países periféricos são concentrados em economias desenvolvidas (Cassino, Souza e Silveira, 2021).

Em abordagens mais recentes, argumenta-se, inclusive, que essa transformação sinaliza uma inflexão estrutural mais profunda, na qual plataformas digitais passam a operar como novos centros de poder econômico, aproximando-se do que Yanis Varoufakis denomina “tecnofeudalismo”, em que grandes empresas de tecnologia exercem controle sobre infraestruturas, dados e mercados, estabelecendo relações de dependência assimétricas que ultrapassam a lógica capitalista tradicional (Varoufakis, 2023).

Subjacente à expansão geográfica dos *data centers* no Sul Global opera um mecanismo estrutural frequentemente omitido do debate regulatório: a arbitragem regulatória ambiental. Trata-se da prática, sistemática e racional do ponto de vista corporativo, de instalar infraestruturas intensivas em recursos naturais em jurisdições onde os padrões ambientais são menos rigorosos, os custos de energia e água são menores, e a capacidade estatal de enforcement é estruturalmente limitada (Mosco, 2014). Esse fenômeno não é acidental, mas resultado de uma racionalidade locacional deliberada, na qual a assimetria regulatória entre Norte e Sul Global funciona como vantagem competitiva para as grandes corporações tecnológicas. O caso do Ceará ilustra essa lógica com precisão: os incentivos fiscais estaduais, a disponibilidade de energia elétrica com tarifas subsidiadas e a menor exposição a litígios ambientais configuraram um ambiente institucional propício à instalação do *data center* do *TikTok*, ainda que em uma região historicamente marcada por escassez hídrica e vulnerabilidade socioambiental (Intercept Brasil, 2025). De forma análoga, a Irlanda atraiu expressiva concentração de *data centers* europeus por meio de tributação corporativa reduzida e flexibilidade regulatória, gerando como resultado que essas infraestruturas respondam por aproximadamente 32% do consumo total de eletricidade do país, número que evidencia os riscos sistêmicos da arbitragem regulatória quando não acompanhada de planejamento energético e ambiental integrado (Gooding, 2024).

No Brasil, a possibilidade de criação de zonas especiais para *data centers*, com regimes fiscais diferenciados¹¹, repõe a questão sobre os limites entre atração de investimentos e permissividade ambiental, exigindo que qualquer política de incentivo seja condicionada a critérios vinculantes de desempenho energético, hídrico e de localização territorial. A arbitragem

¹¹ No Brasil, o REDATA (Regime Especial de Tributação para Data centers), aprovado pela Câmara dos Deputados, prevê incentivos fiscais relevantes para a instalação dessas infraestruturas no Brasil, incluindo desonerações na aquisição de equipamentos. Embora justificado como instrumento de atração de investimentos e desenvolvimento tecnológico, o regime insere-se em uma lógica de competição regulatória que pode favorecer dinâmicas extrativistas, sem enfrentar de forma estrutural os impactos ambientais e territoriais associados aos data centers. Disponível em: <https://canalsolar.com.br/camara-aprova-redata-datacenters-brasil/>. Acesso em: 23 abr. 2026.

regulatória, portanto, não é uma externalidade do processo de expansão digital, mas um componente estrutural do modelo de negócios das grandes corporações de infraestrutura tecnológica, cuja superação demanda harmonização internacional de padrões ambientais mínimos.

Essa dinâmica, quando transposta para o contexto do Sul Global, revela uma dimensão ainda mais profunda da economia política da infraestrutura digital. Diferentemente dos ciclos clássicos de exploração de recursos naturais, o extrativismo digital não se restringe à apropriação de dados, mas envolve a mobilização intensiva de recursos materiais estratégicos, como energia elétrica, água e território, convertendo-os em insumos essenciais para a sustentação da economia digital global. Evidências recentes demonstram que essa expansão tende a reproduzir padrões históricos de exploração, com a instalação de grandes projetos de inteligência artificial em territórios vulneráveis. No caso de comunidades indígenas, por exemplo, já se observa o direcionamento sistemático de projetos de *data centers* para essas áreas, impulsionado por incentivos fiscais, acesso a terra e água, e menor capacidade regulatória, configurando o que tem sido descrito como uma “nova iteração do colonialismo” associada à infraestrutura digital (Democracy Now, 2026).

A dinâmica de inserção subordinada na economia digital global não se restringe à América Latina. Em países do Pacífico, como Fiji, a expansão da infraestrutura digital tem sido promovida sob o discurso da modernização e da superação do “atraso tecnológico”, mas revela, na prática, padrões estruturais compatíveis com o que Quilty (2025) denomina de reatualização das dinâmicas coloniais em formato digital. Projetos recentes de cabos submarinos e pequenos *data centers* regionais, capitaneados por grandes corporações tecnológicas norte-americanas e australianas, têm se instalado em territórios historicamente estruturados para atender demandas externas, como áreas vinculadas ao turismo global e a antigas rotas de exportação agrícola do período colonial. A sobreposição espacial entre antigas infraestruturas de exportação de commodities e as novas infraestruturas de circulação de dados não é coincidência: ambas respondem à mesma lógica de mobilização do território periférico para a geração de valor concentrado externamente. Embora esses países ocupem posição estratégica na ar-

quitetura da conectividade do Pacífico, sua centralidade geográfica não se converte em autonomia sobre os fluxos de dados nem em apropriação do valor econômico gerado, evidenciando que a integração à economia digital global pode reproduzir, sob novas formas, relações de dependência estruturalmente análogas às do período colonial.

O caso do Pacífico, lido em conjunto com os casos do Ceará e do Chile, evidencia que a reprodução de assimetrias geopolíticas pela infraestrutura digital não é fenômeno localizado, mas padrão estrutural de uma economia digital construída sobre a mobilização de territórios periféricos em benefício de centros de acumulação situados no Norte Global.

A dimensão mais invisibilizada da crise ambiental da infraestrutura digital reside no destino dos resíduos eletrônicos gerados pelo rápido ciclo de substituição de hardware que caracteriza o setor. O *Global E-Waste Monitor 2024*, publicado pelo Instituto das Nações Unidas para Formação Profissional e Pesquisa (UNITAR), estima que o mundo gerou aproximadamente 62 milhões de toneladas de resíduos eletrônicos em 2022, com taxa de reciclagem formal inferior a 25%, e projeta que esse volume pode alcançar 82 milhões de toneladas até 2030 (UNITAR/UNU, 2024). Esses resíduos contêm materiais tóxicos como chumbo, mercúrio, cádmio e retardantes de chama bromados, cujo descarte inadequado causa contaminação do solo, da água e do ar, com efeitos documentados sobre a saúde de populações vizinhas aos sítios de descarte. O aspecto geopoliticamente crítico desse fluxo reside na sua geografia: uma parcela substancial do *e-waste* gerado em países do Norte Global é exportada, frequentemente de forma ilegal, para países da África Subsaariana e da Ásia, onde é processado em condições precárias por trabalhadores informais, muitos deles crianças, sem equipamentos de proteção adequados (Basel Action Network, 2022). Gana, particularmente a área de Agbogbloshie, em Acra, tornou-se símbolo global dessa dinâmica, recebendo estimados 215 mil toneladas de equipamentos eletrônicos usados por ano, dos quais uma fração significativa é descartada *in natura*, sem reciclagem formal (Celions, 2024).

No contexto específico dos *data centers* de IA, esse problema assume dimensão adicional: o rápido ciclo de obsolescência das GPUs e demais

aceleradores de hardware, impulsionado pela “corrida armamentista” computacional entre as grandes corporações tecnológicas, intensifica exponencialmente o volume de *e-waste* gerado pelo setor. A ausência de mecanismos vinculantes de responsabilidade estendida do produtor no setor de tecnologia da informação, análogos aos que existem para outros setores industriais em diversas jurisdições, revela uma lacuna regulatória que transfere os custos ambientais do ciclo de vida do hardware para os territórios e populações menos capazes de gerenciá-los. A governança climática da infraestrutura digital, portanto, não pode se limitar ao consumo energético operacional dos *data centers*: deve abranger o ciclo de vida completo dos equipamentos, desde a mineração das matérias-primas até o descarte final dos resíduos, responsabilizando os produtores e operadores por toda a extensão de sua pegada ecológica.

A análise dos impactos socioambientais da cadeia de suprimentos da infraestrutura digital exige, ainda, a incorporação de uma perspectiva interseccional que torne visíveis as dimensões de gênero e raça frequentemente ausentes do debate regulatório. Como demonstram D’Ignazio e Klein (2020), os sistemas de dados e suas infraestruturas de suporte não são neutros em termos de poder: reproduzem e amplificam desigualdades estruturais preexistentes, recaindo de forma desproporcional sobre mulheres, populações negras e comunidades indígenas. Na mineração artesanal de cobalto na República Democrática do Congo, mulheres e crianças constituem parcela expressiva da força de trabalho informal, expostas a riscos ocupacionais severos e excluídas das estruturas formais de proteção social e trabalhista (Amnesty International, 2016). Nas comunidades situadas nas proximidades de *data centers*, como no caso do povo Anacé no Ceará, são frequentemente mulheres e lideranças indígenas que encabeçam os processos de resistência e denúncia, ao mesmo tempo em que enfrentam barreiras adicionais de acesso à informação e à participação nos processos decisórios (Intercept Brasil, 2025). Essa configuração não é acidental, mas resultado de uma arquitetura de poder que concentra os benefícios da economia digital nas mãos de grupos privilegiados do Norte Global, enquanto externaliza seus custos ecológicos e sociais para territórios habitados predominantemente por populações negras, indígenas e do Sul Global. A incorporação

da perspectiva interseccional à governança da infraestrutura digital não é, portanto, uma demanda identitária acessória, mas uma exigência analítica para a compreensão adequada de como os impactos da IA se distribuem de forma estruturalmente desigual, e uma condição para a formulação de instrumentos regulatórios que efetivamente respondam às assimetrias que produzem.

Essa dinâmica evidencia que os impactos ambientais da economia digital não são distribuídos de forma equitativa, recaindo de maneira desproporcional sobre países periféricos. A instalação de *data centers* e a intensificação do uso de tecnologias digitais implicam elevado consumo de energia, pressão sobre recursos hídricos e geração de resíduos eletrônicos, frequentemente geridos em condições precárias nessas regiões. Dessa forma, a dependência tecnológica não apenas limita a autonomia digital, mas também transfere custos ecológicos para territórios historicamente vulnerabilizados, revelando a interdependência entre soberania digital e sustentabilidade ambiental (Sass, Müller e Gomes, 2025).

Em complemento, essa dinâmica é agravada pela baixa transparência que caracteriza o setor, na medida em que empresas frequentemente invocam “segredo industrial” e celebram acordos de confidencialidade com entes públicos, dificultando o acesso a informações essenciais sobre consumo de água e energia e limitando a capacidade de controle social e regulatório sobre os impactos dessas infraestruturas (Agência Pública, 2025). Como evidenciado também no caso reportado pelo *The Guardian*, a institucionalização de cláusulas de confidencialidade sobre dados ambientais de *data centers* reforça essa tendência de opacidade (The Guardian, 2026).

Diante desse cenário, torna-se evidente que a expansão da infraestrutura de inteligência artificial não pode ser tratada como um fenômeno meramente econômico ou tecnológico, exigindo a construção de mecanismos de governança global capazes de articular desenvolvimento digital, sustentabilidade ambiental e justiça distributiva, especialmente no contexto do Sul Global. A atual arquitetura regulatória, fortemente influenciada por interesses corporativos, revela limites estruturais na capacidade dos Estados de regular a infraestrutura digital em termos ambientalmente responsáveis, evidenciando uma governança fragmentada e assimétrica.

O percurso analítico desenvolvido neste capítulo permite identificar um padrão estrutural recorrente que conecta casos aparentemente distintos sustentada pela opacidade corporativa, pela fragmentação regulatória e pela retórica da “imaterialidade” digital que constitui, ela própria, um obstáculo político à construção de respostas eficazes. Superar essa invisibilização exige reconhecer que a geopolítica da infraestrutura digital não é um tema paralelo à governança climática, mas um de seus eixos constitutivos: as decisões sobre onde instalar *data centers*, quem arca com seus custos hídricos e energéticos, quem acessa seus benefícios e quem recebe seus resíduos são, fundamentalmente, decisões distributivas com consequências climáticas diretas. É a partir dessa compreensão que o capítulo seguinte examina a Conferência das Nações Unidas sobre Mudança do Clima como janela de oportunidade para a construção de instrumentos de governança capazes de articular inovação tecnológica, justiça climática e soberania digital, evitando que a transição digital se converta em mais um capítulo das assimetrias históricas entre Norte e Sul Global.

4 GOVERNANÇA CLIMÁTICA DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL, SOBERANIA E CONFLITOS SOCIOAMBIENTAIS NA AMAZÔNIA NO CONTEXTO DA COP30

A realização da 30ª Conferência das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (Conferência das Partes) em Belém do Pará, em novembro de 2025, inseriu o Brasil no centro de uma das mais complexas disputas da política climática contemporânea: a tentativa de enquadrar a IA como solução para a crise ambiental, ao mesmo tempo em que se ignora, sistematicamente, o impacto ambiental de sua infraestrutura. Os itens anteriores deste Capítulo mapearam, respectivamente, a pegada ecológica oculta dos sistemas de IA e as insuficiências do arcabouço regulatório brasileiro. Em plano distinto - e complementar, o presente item visa analisar e investigar a Conferência das Partes como potencial catalisador de uma governança sistêmica.

A conjuntura criada pela COP 30 reúne, de maneira inédita, três elementos que, na literatura de análise de políticas públicas, caracterizam uma

janela de oportunidade: a visibilidade ampliada de um problema até então subteorizado nas negociações climáticas (o consumo energético e hídrico da infraestrutura digital); a existência de propostas regulatórias em estágio avançado de elaboração, tanto no plano nacional, quanto internacional; e a presença de atores políticos com capacidade de forçar sua inscrição na agenda multilateral, em especial os povos originários amazônicos e os governos do Sul Global (Kingdon, 1984). A realização ou o desperdício dessa janela depende, em larga medida, da correlação de forças que se estabelece entre o bloco do solucionismo tecnológico corporativo e o bloco das demandas por justiça socioambiental.

Compreender a COP 30 exige reconhecer que as conferências do clima não são apenas espaços técnicos de pactuação de metas. São também campos de disputa: as relações de comunicação que nelas se estabelecem são, como observa Bourdieu (1989, p. 11), *“de modo inseparável, sempre, relações de poder que dependem, na forma e no conteúdo, do poder material ou simbólico acumulado pelos agentes”*. Diferentes atores mobilizam, portanto, capitais simbólicos, econômicos e políticos para definir, de forma legítima, o que conta como problema, o que conta como solução e quem tem autoridade para falar em nome do futuro do planeta. A chegada de líderes mundiais e das grandes corporações de tecnologia a Belém, sob o enquadramento de parceiras climáticas, ilustra com precisão essa disputa: ao apresentar a IA como solução para a crise ambiental, essas empresas não apenas constroem uma narrativa favorável à sua expansão, mas articulam, nos bastidores das negociações formais, acesso a energias subsidiadas, regimes fiscais diferenciados e territórios com baixa resistência regulatória.

Em sua programação, a COP 30 consolidou a inteligência artificial como tema transversal das negociações climáticas, promovendo a IA como aliada estratégica da transição energética. Contudo, essa abordagem tende a operar por meio de uma abstração que dissocia os sistemas digitais de sua base material, ocultando o fato de que a expansão dessas tecnologias depende de infraestruturas intensivas em energia, água e território. Em consonância, o professor Glauco Arbix, da Universidade de São Paulo (USP), sintetizou essa contradição ao observar que os mesmos modelos capazes de prever tempestades e otimizar sistemas energéticos consomem quanti-

dades imensas de energia e água, liberam carbono na atmosfera e utilizam minerais cuja extração é predatória ao meio ambiente, reproduzindo, no limite, os próprios problemas que deveriam resolver (Arbix, 2025).

Essa dissociação cria condições propícias para práticas de *greenwashing*, nas quais a promoção da inteligência artificial como solução climática funciona simultaneamente como mecanismo de legitimação da expansão de *data centers*. Nesse cenário, grandes corporações tecnológicas passam a atuar como “parceiras climáticas”, ao mesmo tempo em que negociam acesso a recursos estratégicos. Ressalta-se que a mídia nacional divulgou que a presidente de sustentabilidade da *Google* promoveu uma série de sugestões de uso de IA, supostamente para combater as problemáticas ambientais. Curiosamente, como destaca Martins (2025), as *big techs* respondem por entre 1,5% e 4% das emissões totais globais de gases de efeito estufa (International Telecommunication Union, 2025).

Outro elemento central dessa invisibilização reside na forma como os inventários de emissões são estruturados no regime climático internacional. A fragmentação dos dados e a ausência de categorias específicas para a infraestrutura digital dificultam a mensuração da pegada de carbono associada aos *data centers*, permitindo que suas emissões sejam diluídas em diferentes setores ou classificadas como indiretas. Esse arranjo compromete a transparência e ameaça o cumprimento das Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs), no âmbito da UNFCCC, ao dificultar a adequada contabilização das emissões associadas à infraestrutura digital.

Em contraposição a essa lógica, a COP30 também evidenciou a emergência de atores que contestam o enquadramento dominante da inteligência artificial como solução neutra. Movimentos da sociedade civil e organizações indígenas, especialmente articuladas no âmbito da *Cúpula dos Povos*, têm denunciado os impactos socioambientais da expansão da infraestrutura digital na Amazônia, propondo, inclusive, a adoção de moratórias para novos empreendimentos de alto impacto. O G9 da Amazônia Indígena, nesse contexto, reivindica o reconhecimento do território amazônico como espaço de proteção contra formas contemporâneas de extrativismo, incluindo o que se convencionou denominar extrativismo digital.

Essa tensão revela que a governança climática da inteligência artificial não se limita à definição de parâmetros técnicos, mas envolve disputas profundas sobre modelos de desenvolvimento, uso do território e distribuição de riscos e benefícios. Enquanto o solucionismo tecnológico tende a privilegiar abordagens orientadas pela eficiência e pela inovação, as demandas por justiça socioambiental enfatizam a necessidade de considerar os impactos territoriais, os direitos das comunidades locais e os limites ecológicos. A COP 30, nesse sentido, não resolve essa disputa, mas a torna visível, evidenciando a insuficiência dos marcos regulatórios atuais para lidar com a materialidade da economia digital.

No plano propositivo, a presidência brasileira da COP 30 avançou com uma iniciativa relevante. A pedido do Embaixador André Corrêa do Lago, o Instituto de Tecnologia e Sociedade do Rio de Janeiro (ITS Rio) apresentou uma proposta de Infraestrutura Digital Pública Global para o Clima (*Climate DPI*), concebida como um “sistema operacional para a ação climática” capaz de interconectar dados, finanças e inteligência digital em escala planetária (COP 30, 2025). A proposta é tecnicamente ambiciosa e politicamente estratégica, mas não enfrenta a questão central que a torna contraditória: uma infraestrutura digital de escala global demanda *data centers*, e *data centers* demandam energia, água e território, recursos disputados exatamente nos biomas que a ação climática pretende preservar.

É precisamente essa contradição que Horta e Pochmann (2025) colocam no centro de sua análise. Para os autores, a expansão de *data centers* de IA no Sul Global representa tanto uma catástrofe ambiental em potencial quanto uma reconfiguração das relações de dependência entre centro e periferia do sistema global. A concentração da infraestrutura de nuvem com *Amazon*, *Microsoft* e *Google* controlando juntas mais de dois terços da capacidade mundial materializa uma forma contemporânea de dependência em que os países centrais retêm o controle sobre as tecnologias estratégicas enquanto as economias periféricas fornecem recursos e infraestrutura sem reter capacidade decisória (Horta e Pochmann, 2025).

Essa dinâmica se insere em um contexto mais amplo de tensões entre Norte e Sul Global, no qual a governança climática da inteligência artifi-

cial reflete desigualdades estruturais na distribuição de custos e benefícios. Enquanto países centrais e grandes corporações concentram o desenvolvimento tecnológico e os ganhos econômicos associados, territórios do Sul Global tornam-se locais privilegiados para a instalação de infraestruturas intensivas em recursos naturais.

À luz das dinâmicas analisadas, a COP30 revela-se menos como um espaço de resolução e mais como um momento de explicitação de limites estruturais da governança climática contemporânea. Embora tenha ampliado a visibilidade da inteligência artificial como ferramenta de ação climática, a conferência não enfrentou, de forma proporcional, a materialidade de sua infraestrutura, permanecendo presa a uma lógica que privilegia soluções tecnológicas abstratas em detrimento da regulação dos sistemas físicos que as sustentam. Essa dissociação, já evidenciada na fragmentação dos inventários de emissões e na ausência de enquadramento da infraestrutura digital nas NDCs, contribui para a reprodução de um regime climático que continua a operar com categorias analíticas insuficientes para lidar com a economia digital contemporânea. Como demonstram os casos analisados no item 3, a expansão dos *data centers* não constitui um fenômeno neutro ou distribuído de forma equitativa, mas se insere em uma lógica de territorialização desigual dos impactos (Sass, Müller e Gomes, 2026).

Nesse contexto, a ausência de uma abordagem estruturante sobre infraestrutura digital na COP30 não apenas evidencia uma lacuna regulatória, mas reforça dinâmicas já identificadas de arbitragem regulatória, nas quais corporações transnacionais deslocam suas operações para jurisdições com menor capacidade institucional ou maior permissividade normativa. Essa lógica é particularmente visível quando contrastada com a experiência da União Europeia, que, por meio de instrumentos vinculados ao *European Green Deal* e à Diretiva de Eficiência Energética, vem buscando internalizar os impactos da economia digital por meio de métricas obrigatórias de transparência e eficiência. A exigência de reporte de indicadores como consumo energético, uso de água e reaproveitamento de calor, bem como a incorporação do princípio da dupla materialidade, representa um avanço relevante no sentido de submeter a infraestrutura digital a parâmetros verificáveis de sustentabilidade. No entanto, como sugerem os padrões

observados entre Norte e Sul, a eficácia desse modelo depende de sua capacidade de evitar a consolidação de um regime global assimétrico, no qual a sustentabilidade se torna norma em determinados espaços, enquanto a externalização dos custos permanece como prática estruturante em outros.

A COP 30, portanto, evidencia a necessidade de uma inflexão paradigmática. A governança climática da inteligência artificial não pode permanecer ancorada em abordagens fragmentadas e reativas, nem limitar-se à incorporação retórica da tecnologia como solução. Ao contrário, exige a construção de um modelo de governança sistêmica, capaz de articular, de forma integrada, as dimensões ambiental, energética, digital e territorial, incorporando a materialidade da infraestrutura aos instrumentos regulatórios e aos mecanismos de mensuração climática. Isso implica não apenas o desenvolvimento de métricas auditáveis e mecanismos de transparência, mas também a redefinição do papel do Estado, que deve deixar de atuar como mero facilitador de investimentos para assumir a função de planejador estratégico, orientando a expansão da infraestrutura digital em consonância com limites ecológicos e princípios de justiça socioambiental.

Nesse sentido, a experiência acumulada aponta para a urgência de um redesenho institucional global capaz de enfrentar a complexidade da economia digital em sua dimensão material. A COP 30, ao evidenciar essas tensões sem resolvê-las plenamente, impõe uma questão central para o futuro da governança global: se a inteligência artificial será integrada ao regime climático como instrumento de transformação sustentável ou se continuará a operar como vetor de uma nova fase do extrativismo global, sustentada pela exploração intensiva de recursos naturais e pela persistência de assimetrias entre territórios.

5 CONCLUSÃO

A inteligência artificial não é imaterial, e tratá-la como tal tem custos políticos, sociais, ambientais e geopolíticos concretos. A presente pesquisa partiu da seguinte questão: como a materialidade energética e territorial da inteligência artificial, mediada pela expansão de *data centers* no Sul Global,

desafia a governança climática contemporânea e quais instrumentos regulatórios podem emergir da COP30 para evitar a reprodução de assimetrias ambientais e geopolíticas? A análise desenvolvida permite afirmar que esse desafio se manifesta precisamente na incapacidade do regime climático internacional de incorporar, de forma estruturada, a infraestrutura digital como componente relevante de seus instrumentos normativos e de mensuração.

A materialidade da inteligência artificial evidenciada pelo consumo intensivo de energia, água, minerais estratégicos e território demonstra que a economia digital está profundamente enraizada em fluxos físicos e ecológicos, afastando qualquer concepção de “nuvem” como espaço desmaterializado. No entanto, essa base infraestrutural permanece, em grande medida, invisibilizada no debate regulatório e fragmentada nos instrumentos de governança climática, o que compromete a transparência e dificulta a adequada contabilização de seus impactos ambientais.

Essa lacuna regulatória não é neutra. Como demonstrado ao longo do trabalho, a expansão dos *data centers* segue uma lógica de territorialização desigual dos impactos, na qual regiões do Sul Global se tornam espaços privilegiados para a instalação de infraestruturas intensivas em recursos naturais, enquanto os benefícios econômicos e tecnológicos permanecem concentrados no Norte Global. Trata-se de uma reconfiguração contemporânea de dinâmicas históricas de dependência, que se manifesta tanto no extrativismo de dados quanto no extrativismo de infraestrutura, articulando a exploração informacional à mobilização intensiva de recursos ecológicos (Sass, Müller e Gomes, 2026).

A resposta à pergunta de pesquisa, portanto, revela que a materialidade da inteligência artificial desafia a governança climática não apenas por seus impactos ambientais diretos, mas por expor os limites estruturais de um regime que ainda opera de forma fragmentada e incapaz de integrar dimensões digitais, energéticas e territoriais. Nesse contexto, a COP 30, embora relevante como espaço de visibilização, mostrou-se insuficiente como arena de enfrentamento dessas questões. Ao privilegiar a inteligência artificial como solução climática, favorável às grandes corporações e sem problematizar sua base infraestrutural, a conferência reforçou uma lógica

de solucionismo tecnológico que contribui para a manutenção da opacidade e para a reprodução das assimetrias globais já identificadas.

Os instrumentos regulatórios que podem emergir desse cenário ou que deveriam ser catalisados por ele apontam para a necessidade de uma governança sistêmica da infraestrutura digital. Isso implica a incorporação de métricas auditáveis de eficiência energética e hídrica, a exigência de transparência quanto ao consumo de recursos e às emissões associadas aos *data centers*, a responsabilização ao longo de toda a cadeia produtiva (da mineração ao descarte de resíduos eletrônicos) a criação de mecanismos de participação efetiva das comunidades afetadas.

Diante disso, conclui-se que a governança climática da inteligência artificial exige mais do que a incorporação da tecnologia como ferramenta de mitigação: exige o reconhecimento de sua materialidade como objeto central de regulação. Sem essa inflexão, a expansão da infraestrutura digital tende a aprofundar desigualdades, intensificar pressões sobre sistemas ecológicos e consolidar uma nova fase do extrativismo global, agora mediada por dados e algoritmos.

Se a Conferência das Partes pretende ser um marco da governança climática global, precisará deixar de tratar a inteligência artificial apenas como solução e passar a regulá-la como problema ou correrá o risco de legitimar, sob o discurso da sustentabilidade, uma nova fronteira de desigualdade ambiental.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA PÚBLICA. **Data centers se escondem por trás de “segredo industrial” e acordos de confidencialidade**. 2025. Disponível em: <https://apublica.org/2025/09/data-centers-se-escondem-por-tras-de-segredo-industrial-e-acordos-de-confidencialidade/>. Acesso em: 23 abr. 2026.

AMADEU, Sérgio. **Colonialismo Digital: Implicações para a Soberania Nacional**. Tecnopolítica Podcast, 2021, apud GERALDI, Pedro de Araújo. **Colonialismo Digital vs. Soberania de Dados: um estudo acerca do avanço das Big Techs sobre a Saúde Pública no Brasil**. Dissertação de Mestrado, PUC-Rio, 2023.

AMNESTY INTERNATIONAL. *This is what we die for: human rights abuses in the Democratic Republic of the Congo power the global trade in cobalt*. Londres: Amnesty International, 2016. Disponível em: <https://www.amnesty.org/en/documents/afr62/3183/2016/en/>. Acesso em: abr. 2026.

ANGEL, Nicole. **Brasil propõe criação de infraestrutura digital pública global para acelerar enfrentamento à mudança do clima**. COP30 Brasil, 4 nov. 2025. Disponível em: <https://cop30.br/pt-br/noticias-da-cop30/brasil-propoe-criacao-de-infraestrutura-digital-publica-global-para-acelerar-enfrentamento-a-mudanca-do-clima>. Acesso em: 9 mar. 2026.

ARBIX, Glauco. COP30 destaca o papel da inteligência artificial na luta contra a crise climática. **Jornal da USP**, São Paulo, 11 nov. 2025. Disponível em: <https://jornal.usp.br/radio-usp/cop30-destaca-o-papel-da-inteligencia-artificial-na-luta-contra-a-crise-climatica/>. Acesso em: 26 abr. 2026.

BASEL ACTION NETWORK. *Exporting harm: the high-tech trashing of Asia*. Seattle: BAN, 2022. Disponível em: <https://www.ban.org>. Acesso em: abr. 2026.

BOURDIEU, Pierre. **O poder simbólico**. Tradução de Fernando Tomaz. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1989. Disponível em: <https://www.uel.br/grupo-pesquisa/socreligiosos/pages/arquivos/fabio_lanza/Textos_Soc.%20Relig/3.Mod_BOURDIEU%20P.%20O%20Poder%20Simbolico.pdf> Acesso em: 26 abr. 2026.

BRASIL AMAZÔNIA AGORA. **Como data centers estão transformando o poder global e o clima na era da IA**. 2026. Disponível em: <https://brasilamazoniaa-gora.com.br/ia-data-centers-clima-geopolitica>. Acesso em: 22 abr. 2026.

BURRINGTON, Ingrid. *The Cloud Is Not the Territory*. Creative Time Reports, 20 maio 2014. Disponível em: <https://creativetimereports.org/2014/05/20/ingrid-burrington-the-cloud-is-not-the-territory-wnv/>. Acesso em: 10 mar. 2025.

CARVALHO, Letícia. *Data centers criam ou não empregos? Veja como o digital pode impulsionar a economia*. **Agência de Notícias da Indústria**, 15 nov. 2025. Disponível em: <https://noticias.portaldaindustria.com.br/noticias/industria-na-cop-30/data-centers-criam-ou-nao-empregos-veja-como-o-digital-pode-impulsionar-a-economia/>. Acesso em: 9 mar. 2026.

CASSINO, João Francisco; SOUZA, Joyce; SILVEIRA, Sérgio Amadeu da (org.). **Colonialismo de dados: como opera a trincheira algorítmica na guerra neoliberal**. São Paulo: Autonomia Literária, 2021.

CELIONS. *The hidden environmental cost of data center growth: millions of tons of e-waste*. Medium, [s.d.]. Disponível em: <https://medium.com/@celions/the-hidden-environmental-cost-of-data-center-growth-millions-of-tons-of-e-waste-0bb4a18dbaa1>. Acesso em: 23 abr. 2026.

CEPAL — COMISSÃO ECONÔMICA PARA A AMÉRICA LATINA E O CARIBE. *Acordo Regional sobre Acesso à Informação, Participação Pública e Acesso à Justiça em Assuntos Ambientais na América Latina e no Caribe (Acordo de Escazú)*. Escazú, Costa Rica, 4 mar. 2018. Disponível em: <https://www.cepal.org/pt-br/acuerdo-de-escazu>. Acesso em: abr. 2026.

COBALT INSTITUTE. *Responsible sourcing*. 2025. Disponível em: <https://www.cobaltinstitute.org/responsible-sustainable-cobalt/responsible-sourcing>. Acesso em: 22 abr. 2026.

COP30. *Brazil calls for global public digital infrastructure to speed up climate action*. Disponível em: <https://cop30.br/en/news-about-cop30/brazil-calls-for-global-public-digital-infrastructure-to-speed-up-climate-action>. Acesso em: 22 abr. 2026.

COOPERATIVA. *Tribunal Ambiental frenó proyecto de data center de Google en Cerrillos*. Santiago: Radio Cooperativa, 27 fev. 2024. Disponível em: <https://cooperativa.cl/noticias/pais/medioambiente/tribunal-ambiental-freno-proyecto-de-data-center-de-google-en-cerrillos/2024-02-27/154401.html>. Acesso em: 13 mar. 2026.

COULDRY, Nick; MEJIAS, Ulises. *The Costs of Connection: How Data are Colonizing Human Life and Appropriating it for Capitalism*. Stanford: Stanford University Press, 2019.

CRUSHING COLONIALISM. *Progress or digital colonization? AI data centers spark debate on Native lands*. Disponível em: <https://crushingcolonialism.org/progress-or-digital-colonization-ai-data-centers-spark-debate-on-native-lands/>. Acesso em: 23 abr. 2026.

DATACENTERMAP. *Brazil data centers*. Disponível em: <https://www.datacentermap.com/brazil/>. Acesso em: 12 mar. 2026.

DEMOCRACY NOW. *AI data centers spark debate on Indigenous lands*. 2026. Disponível em: https://www.democracynow.org/2026/4/22/krystal_twobulls_indigenous_lands_data_centers. Acesso em: 23 abr. 2026.

D'IGNAZIO, Catherine; KLEIN, Lauren F. ***Data feminism***. Cambridge: MIT Press, 2020.

EESI — ENVIRONMENTAL AND ENERGY STUDY INSTITUTE. ***Data centers and water consumption***. Washington, 2024. Disponível em: <https://www.eesi.org/articles/view/data-centers-and-water-consumption>. Acesso em: 22 abr. 2026.

EMOL. ***Google desiste do projeto original de data center em Cerrillos após questionamentos ambientais***. Santiago: El Mercurio Online, 17 set. 2024. Disponível em: <https://www.emol.com/noticias/Economia/2024/09/17/1142980/google-proyecto-data-center-cerrillos.html>. Acesso em: 13 mar. 2026.

EQUINIX. ***What is Water Usage Effectiveness (WUE) in data centers?*** Interconnections Blog, nov. 2024. Disponível em: <https://blog.equinix.com/blog/2024/11/13/what-is-water-usage-effectiveness-wue-in-data-centers>. Acesso em: 22 abr. 2026.

EPE — EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. ***Demanda de energia elétrica por data centers e infraestrutura digital no Brasil***. Brasília: EPE, 2025.

FAST COMPANY. ***Critical minerals are required to power AI data center demand***. Fast Company, abr. 2026. Disponível em: <https://www.fastcompany.com/91520159/critical-minerals-are-required-to-power-ai-data-center-demand>. Acesso em: 22 abr. 2026.

FURTADO, Renato Guimarães; CUNHA, Simone Evangelista. Inteligência artificial, *data centers* e colonialismo digital: impactos socioambientais e geopolíticos a partir do Sul Global. ***Liinc em Revista***, Rio de Janeiro, v. 20, n. 2, e7272, nov. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.18617/liinc.v20i2.7272>. Acesso em: 17 jan. 2025.

GOODING, Matthew. ***Uso global de eletricidade em data centers dobrará até 2026: cargas de trabalho de IA e criptomoedas estão aumentando a demanda***. DataCenterDynamics, 26 jan. 2024. Disponível em: <https://www.datacenterdynamics.com/br/not%C3%ADcias/uso-global-de-eletricidade-em-data-centers-dobrar-ate-2026/>. Acesso em: 12 mar. 2026.

HASSELBALCH, Gry; VAN WYNSBERGHE, Aimee. ***Artificial Intelligence, Power and Sustainability***. In: SMUHA, Nathalie A. (Ed.). *The Cambridge Handbook of the Law, Ethics and Policy of Artificial Intelligence*. Cambridge: Cambridge University Press, 2024. p. 117-135.

HORTA, Fernando; POCHMANN, Marcio. **Por que deveríamos estar discutindo os data centers na COP30?** CartaCapital, 13 nov. 2025. Disponível em: <https://www.cartacapital.com.br/artigo/por-que-deveriamos-estar-discutindo-os-data-centers-na-cop30/>. Acesso em: 9 mar. 2026.

IEA — INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **Data centers and energy consumption.** *Global Energy Review 2023*. Paris: IEA, 2023. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/global-energy-review-2023>. Acesso em: 15 jan. 2025.

INSPER. **Inteligência artificial e o paradoxo energético da sustentabilidade.** Insper: Acontece, 2024. Disponível em: <https://www.insper.edu.br/pt/conteudos/acontece-no-insper/inteligencia-artificial-e-o-paradoxo-energetico-da-sustentabilidade>. Acesso em: 1 abr. 2026.

INTERCEPT BRASIL. **COP e IA: por que a inteligência artificial virou preocupação climática.** 22 nov. 2025. Disponível em: <https://www.intercept.com.br/2025/11/22/cop-ia-preocupacao/>. Acesso em: 22 abr. 2026.

INTERCEPT BRASIL. **Indígenas Anacé protestam contra data center do TikTok no Ceará.** 4 ago. 2025. Disponível em: <https://www.intercept.com.br/2025/08/04/indigenas-anace-protestam-data-center-tiktok-ceara/>. Acesso em: 23 abr. 2026.

INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION; WORLD BENCHMARKING ALLIANCE. **Greening Digital Companies 2025:** Monitoring emissions and climate commitments. Geneva: ITU, 2025.

INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION (ITU); UNITED NATIONS INSTITUTE FOR TRAINING AND RESEARCH (UNITAR). **The Global E-waste Monitor 2024.** 2024. Disponível em: <https://ewastemonitor.info/the-global-e-waste-monitor-2024/>. Acesso em: 23 abr. 2026.

JLL. **Data centers and renewable energy: navigating the green power purchase agreement landscape.** Chicago: JLL, 2024.

KINGDON, John W. **Agendas, alternatives, and public policies.** Boston: Little, Brown, 1984.

KOOMEY, Jonathan. **Turning Numbers into Knowledge: Mastering the Art of Problem Solving.** Oakland: Analytics Press, 2008.

KOPKA, Ulf; GRASHOF, Konstantin. **AI and sustainability: contradictions and challenges.** *Sustainability Science*, v. 17, p. 283-298, 2022.

KROPF, Kyle. **Por que os data centers devem repensar sua pegada hídrica.** *Data center Dynamics*, 24 ago. 2025. Disponível em: <https://www.datacenterdynamics.com/br/opini%C3%B5es/por-que-os-data-centers-devem-repensar-sua-pegada-h%C3%ADdrica/>. Acesso em: 13 mar. 2026.

LA NACIÓN. **Tribunal Ambiental frena parcialmente data center de Google en Cerrillos.** Santiago: La Nación, 2024. Disponível em: <https://www.lanacion.cl/tribunal-ambiental-frena-parcialmente-data-center-de-google-en-cerrillos/>. Acesso em: 13 mar. 2026.

LAPIN — LABORATÓRIO DE POLÍTICAS PÚBLICAS E INTERNET. **Declaração da COP30: a IA coloca em risco a mitigação climática e a transição energética.** 2 dez. 2025. Disponível em: <https://lapin.org.br/2025/12/02/declaracao-da-cop-30-a-ia-coloca-em-risco-a-mitigacao-climatica-e-a-transicao-energetica/>. Acesso em: 22 abr. 2026.

LAPIN — LABORATÓRIO DE POLÍTICAS PÚBLICAS E INTERNET. **PUE x WUE: o trade-off entre eficiência energética e hídrica em data centers.** LinkedIn, 2025. Disponível em: https://www.linkedin.com/posts/lapinbr_pue-x-wue-activity-7452778319348969473. Acesso em: 22 abr. 2026.

LE MONDE DIPLOMATIQUE BRASIL. **Data centers no Nordeste, minérios na África, lucros no Vale do Silício.** São Paulo, 11 jun. 2026. Disponível em: <https://diplomatique.org.br/data-centers-no-nordeste-minerios-na-africa-lucros-no-vale-do-silicio>. Acesso em: 22 abr. 2026.

LIU, Phoebe. **AI data centers are now a big geopolitical risk: securing them against attackers, drones and more is becoming a lucrative business.** Forbes, 2026. Disponível em: <https://www.forbes.com/sites/phoebeliu/2026/04/21/ai-data-centers-are-now-big-geopolitical-risk-securing-them-against-iran-attackers-drones-business/>. Acesso em: 23 abr. 2026.

MARTINS, Laís. **O que vi sobre IA na COP e por que saio preocupada.** Intercept Brasil, 22 nov. 2025. Disponível em: <https://www.intercept.com.br/2025/11/22/cop-ia-preocupacao/>. Acesso em: 26 abr. 2026.

MOREIRA, Vescijudith Fernandes; LEAL, Yanara Pessoa; PAZ, Ronilson José da. **The Jevons Paradox and the energy efficiency of renewable sources.** *Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, v. 12, n. 30, p. 109-112, 2025. Disponível em: <https://revista.ecogestaobrasil.net/v12n30/v12n30a07a.html>. Acesso em: 1 abr. 2026.

MOSCO, Vincent. *The Digital Sublime: myth, power, and cyberspace*. Cambridge: MIT Press, 2004.

OLADE — ORGANIZACIÓN LATINOAMERICANA DE ENERGÍA. *Consumo energético de data centers en América Latina y el Caribe*. Quito: OLADE, 2023.

PEREIRA, Laurence Duarte Araújo; FALEIROS JÚNIOR, José Luiz de Moura. Regulação das plataformas digitais no Brasil e a defesa da soberania nacional. *Revista de Ciências do Estado*, v. 9, n. 1, 2024. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/revce/article/view/e52248>. Acesso em: 12 jan. 2025.

PORTAL G1. **Brasil é líder em investimentos em data centers na América Latina; cidade na Grande SP tem quinto maior complexo do planeta**. G1, 23 set. 2023. Disponível em: <https://g1.globo.com/jornal-da-globo/noticia/2023/09/23/brasil-e-lider-em-investimentos-em-data-centers-na-america-latina-cidade-na-grande-sp-tem-quinto-maior-complexo-do-planeta.ghtml>. Acesso em: 25 mar. 2025.

QUILTY, Emma. *Confronting data centers, deep-sea cables, and colonial legacies in the South Pacific*. Data & Society, 2025. Disponível em: <https://datasociety.net/points/confronting-data-centers-deep-sea-cables-and-colonial-legacies-in-the-south-pacific/>. Acesso em: 23 abr. 2026.

RACHID, Raquel Requena. **Plataformização do Estado e Desafios à Soberania Digital**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2022.

RICHAURTE, Paola. **Data epistemologies, the coloniality of power, and resistance**. *Television & New Media*, v. 20, n. 4, p. 350-365, 2019.

SASS, Liz Beatriz. **Da (não) justificativa do uso dos direitos de propriedade intelectual para a apropriação da biodiversidade: a sustentabilidade como limite**. 2016. 217 f. Tese (Doutorado em Direito) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Jurídicas, Florianópolis, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/168083/340437.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 17 set. 2024.

SASS, Liz Beatriz; MÜLLER, Laura; GOMES, Isabela dos Anjos. Do colonialismo à soberania digital: desafios para a sustentabilidade na era da Inteligência Artificial. In: FERNEDA, Ariê Scherreier; BEURON, Bruno Mello Correa de Barros (org.). **Governança de Dados e Soberania Digital**. Florianópolis: Prisma Editorial, 2025.

SASS, Liz Beatriz; MÜLLER, Laura; GOMES, Isabela dos Anjos. *Legal Governance and Energy Sustainability: Between the Growing Demand for Data centers in Latin America and the Limits of Legal Governance Frameworks*. **Revista de Direito, Estado e Telecomunicações (Online)**, v. 18, p. 25-72, 2026.

STEIGLEDER, Annelise Monteiro. **As dimensões do dano ambiental no direito brasileiro**. 2003. Dissertação (Mestrado em Direito) — Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003.

STRUBELL, Emma; GANESH, Ananya; MCCALLUM, Andrew. ***Energy and policy considerations for deep learning in NLP***. In: ANNUAL MEETING OF THE ASSOCIATION FOR COMPUTATIONAL LINGUISTICS, 57., 2019, Florence. Proceedings [...]. Stroudsburg: Association for Computational Linguistics, 2019. p. 3645-3650. Disponível em: <https://aclanthology.org/P19-1355.pdf>. Acesso em: 9 mar. 2026.

STRYKER, Cole; KAVLAKOGLU, Eda. **O que é inteligência artificial (IA)?** IBM, [s.d.]. Disponível em: <https://www.ibm.com/br-pt/think/topics/artificial-intelligence>. Acesso em: 1 abr. 2026.

THATCHER, Jim; O'SULLIVAN, David; MAHMOUDI, Dillon. ***Data colonialism through accumulation by dispossession: new metaphors for daily data***. *Environment and Planning D: Society and Space*, v. 34, n. 6, p. 990-1006, 2016.

UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT – UNCTAD. ***Inequalities threaten wider divide as digital economy data flows surge***. Geneva: United Nations, 2021. Disponível em: <https://unctad.org/news/inequalities-threaten-wider-divide-digital-economy-data-flows-surge> Acesso em: 18 jun. 2026.

VAROUFAKIS, Yanis. **Tecnofeudalismo: o que matou o capitalismo**. Trad. [s.n.]. Lisboa: Porto Editora, 2023.

VASCONCELOS, Yuri. Os impactos ambientais da computação. **Revista Pesquisa FAPESP**, n. 349, p. 52-55, 2025. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/os-impactos-ambientais-da-computacao/>. Acesso em: 2 jun. 2025.

VENDITTI, Bruno. *Why copper is critical for data centers*. **Visual Capitalist**, 2023. Disponível em: <https://elements.visualcapitalist.com/why-copper-is-critical-for-data-centers>. Acesso em: 22 abr. 2026.

VERTIV. *Optimizing water usage effectiveness for data centers*. 2025. Disponível em: <https://www.vertiv.com/en-asia/about/news-and-insights/articles/educational-articles/optimizing-water-usage-effectiveness-for-data-centers>. Acesso em: 22 abr. 2026.

WANG, Peng.; ZHANG, Ling-Yu; TZACHOR, Asaf; CHEN, Wei-Qiang. *E-waste challenges of generative artificial intelligence*. Nature Computational Science, v. 4, n. 11, p. 818-823, 28 out. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s43588-024-00712-6>. Acesso em: 22 abr. 2026.

CONECTANDO INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL, PROPRIEDADE INTELECTUAL E OBJETIVOS DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Rafaela Di Sabato Guerrante¹
Araken Alves de Lima²

RESUMO

A Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU) e seus 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) encontram-se em trajetória aquém do esperado, e a inteligência artificial (IA) tem sido apontada como vetor decisivo para acelerar seu cumprimento. Este artigo analisa a interface entre IA, propriedade intelectual (PI) e ODS a partir de três movimentos complementares. Primeiro, contextualiza o relatório *Mapping Innovations, Patents and the SDGs*, da Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI), publicado em 2024, à luz da literatura acadêmica, evidenciando a concentração geográfica e setorial das patentes relacionadas à sustentabilidade. Segundo, desenvolve uma matriz analítica patente-ODS-IA que revela a transversalidade das aplicações de IA sobre diferentes domínios tecnológicos, bem como os desafios de PI associados — como o uso de segredos comerciais para blindar modelos, o colonialismo de dados e a insuficiência descritiva ecológica. Terceiro, com base nas deliberações da

¹ Engenheira e especialista em propriedade industrial (PI) e pesquisadora no INPI desde 2002. Doutora e Mestre em Gestão da Inovação pela UFRJ, é referência em patentes, prospecção tecnológica e inovação, com forte atuação internacional. Foi pesquisadora em Genebra (DelbrasOMC e OMPI), onde desenvolveu projeto pioneiro sobre uso de IA em escritórios de PI. Autora de obras sobre biotecnologia, IA e liderança feminina, conecta inovação, estratégia e impacto social. Atua na promoção de diversidade e inclusão, liderando iniciativas e mentorias em propriedade intelectual.

² Doutor em Economia Aplicada pela UNICAMP, atua no INPI desde 2006 como Tecnologista em Propriedade Industrial. É docente e pesquisador dos programas profissionais de mestrado e doutorado do INPI, onde desenvolve pesquisas com foco nas áreas de Economia da Propriedade Intelectual e Inovação. Atualmente, desempenha a função de Superintendente Regional do INPI para a Região Sul.

COP 30 (Belém, 2025), identifica oito elementos normativos necessários para futuras pesquisas e negociações, abrangendo desde o mapeamento das flexibilidades do TRIPS até a criação de mecanismos de licenciamento compulsório para emergências climáticas e a exigência de transparência algorítmica e ecológica. O artigo conclui que a governança da PI não é um detalhe técnico secundário, mas um determinante central para que a IA contribua efetivamente para o desenvolvimento sustentável, e oferece um roteiro mínimo para que a exclusividade intelectual deixe de ser um obstáculo e passe a atuar como alavanca de justiça climática e tecnológica.

Palavras-chave: Inteligência Artificial. Propriedade Intelectual. Objetivos do Desenvolvimento Sustentável. COP30. Patentes. Colonialismo de dados. Justiça climática.

1 INTRODUÇÃO

A Agenda 2030 foi concebida como um marco normativo global para orientar políticas de desenvolvimento sustentável, articulando 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e 169 metas abrangendo dimensões sociais, econômicas e ambientais. Metade do caminho para 2030, avaliações da ONU indicam que apenas cerca de 15% das metas se encontram em trajetória adequada, com retrocessos significativos em áreas como pobreza, desigualdade e clima. Nesse contexto, a inovação tecnológica, em particular a inteligência artificial (IA), vem sendo crescentemente apresentada como vetor decisivo para acelerar o cumprimento dos ODS (Organização das Nações Unidas, 2015).

A IA constitui uma tecnologia de uso geral (*general purpose technology*) (Qian, 2025; Cockburn; Henderson; Stern, 2019; Vega et al., 2025), com impactos transversais sobre setores tão diversos quanto saúde, energia, agricultura, educação e gestão urbana. Estudos recentes sugerem que a IA pode contribuir positivamente para a maioria dos ODS, sobretudo naqueles ligados a saúde, energia limpa, indústria e cidades sustentáveis, mas também pode dificultar metas associadas à igualdade, paz, trabalho decente e redução de desigualdades, caso não seja adequadamente regulada (Zhang, 2025; Vinuesa et al., 2020; Palomares et al., 2021; Goh; Vinuesa,

2021; Leal Filho et al., 2023). A forma como a propriedade intelectual (PI) organiza incentivos à inovação e distribui direitos de exclusividade sobre essas tecnologias torna-se, portanto, elemento estratégico para compreender quem se beneficia dos avanços da IA e em que medida esses benefícios se alinham aos ODS (Rey, 2019; Jee et al., 2024).

O relatório “Mapping Innovations, Patents and the Sustainable Development Goals”, publicado pela OMPI em 2024, traz um panorama inédito da relação entre patentes e ODS, identificando 100 categorias tecnológicas ligadas a 13 ODS e mostrando que cerca de 31% das famílias de patentes³ ativas no mundo guardam relação com os ODS. Ao lado de trabalhos acadêmicos que analisam o papel da IA para a sustentabilidade e da literatura crítica sobre justiça climática, colonialismo de dados e governança algorítmica, o relatório fornece insumos empíricos para repensar a governança global de PI no contexto das negociações climáticas e, em particular, da COP30 (Al Qudah et al., 2025).

Este artigo tem três objetivos principais: (i) contextualizar o relatório da OMPI à luz da literatura acadêmica sobre IA e ODS, destacando convergências e lacunas; (ii) desenvolver uma matriz patente-ODS-IA que permita analisar o papel da PI em diferentes domínios tecnológicos associados à IA; e (iii) identificar os elementos necessários para o desenvolvimento de implicações normativas voltadas à governança multilateral da propriedade intelectual na interface entre IA, clima e desenvolvimento sustentável, com base nas oportunidades abertas pela COP30, explicitando os temas que demandam aprofundamento em futuras pesquisas e negociações.

2 METODOLOGIA

2.1 Natureza da pesquisa e desenho metodológico

Este artigo adota abordagem qualitativa, exploratória e analítics-descritiva. O desenho metodológico é estruturado em três etapas, cada uma correspondendo a um dos objetivos da pesquisa:

³ Famílias de patentes são coleções de patentes, depositadas em diferentes jurisdições, que abrangem a mesma invenção. Esse agrupamento impede a contagem da mesma invenção várias vezes.

- **Etapa 1 (objetivo i):** análise documental do relatório da OMPI 2024 e sua contextualização frente à literatura acadêmica sobre IA e ODS.
- **Etapa 2 (objetivo ii):** construção de uma matriz analítica patente-ODS-IA, a partir do cruzamento entre os dados do relatório da OMPI e as aplicações de IA documentadas na literatura.
- **Etapa 3 (objetivo iii):** análise documental dos resultados da COP30 e identificação dos elementos necessários para o desenvolvimento de implicações normativas futuras sobre governança multilateral de PI.

2.2 Fonte principal: relatório OMPI 2024

A base empírica central do artigo é o relatório *Mapping Innovations: Patents and the Sustainable Development Goals*, publicado pela Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI) em 2024. Esse relatório foi selecionado por três razões: (i) constitui o mais abrangente mapeamento global entre famílias de patentes e ODS, cobrindo mais de 15,2 milhões de famílias ativas; (ii) utiliza metodologia transparente baseada na Classificação Internacional de Patentes⁴ (IPC) e em categorias tecnológicas validadas; (iii) foi publicado tardiamente no ciclo da Agenda 2030 (2024), permitindo análises de tendência até 2023.

Do relatório, foram extraídos e sistematizados os seguintes dados: ODS com vinculação relevante a patentes (13 dos 17 ODS); volumes absolutos e relativos de famílias de patentes por ODS; evolução temporal (2000-2023); setores tecnológicos e campos específicos de maior intensidade; distribuição geográfica e concentração de titulares.

⁴ Classificação Internacional de Patentes (IPC, na sigla em inglês) é um sistema hierárquico de símbolos criado pelo Acordo de Estrasburgo (1971), utilizado para classificar patentes e modelos de utilidade de acordo com suas áreas tecnológicas.

2.3 Procedimento de cruzamento com a literatura sobre IA e ODS (objetivo i)

Para contextualizar o relatório da OMPI, fez-se revisão da literatura acadêmica sobre inteligência artificial e Objetivos do Desenvolvimento Sustentável. A busca foi conduzida nas bases Scopus, Web of Science e Google Scholar, abrangendo publicações entre 2020 e 2025, utilizando as seguintes combinações de descritores: “*artificial intelligence*” AND “*sustainable development goals*”; “*AI*” AND “*SDGs*”; “*machine learning*” AND “*climate*”; “*AI ethics*” AND “*global south*”.

Foram incluídos artigos originais, revisões sistemáticas e relatórios de organizações internacionais (ONU, OCDE, UNCTAD) que apresentassem: (i) mapeamentos de aplicações de IA por ODS; (ii) análises de riscos (viés, exclusão, concentração de poder); (iii) discussões sobre governança de IA no Sul Global. A partir dessa revisão, identificaram-se convergências e lacunas em relação aos dados da OMPI – cujos resultados são apresentados nas seções 3 e 4.

2.4. Construção da matriz patente-ODS-IA (objetivo ii)

A matriz analítica, apresentada na seção 5, foi construída mediante os seguintes passos:

1. **Identificação dos ODS mapeáveis** a partir do relatório da OMPI (excluindo ODS 8, 10, 16, 17, por não apresentarem vinculação patentária direta).
2. **Seleção de tecnologias-chave** por ODS, com base nas categorias tecnológicas destacadas no relatório.
3. **Associação de aplicações típicas de IA** a cada ODS, extraídas da literatura revisada.
4. **Identificação de questões de propriedade intelectual** relevantes para cada combinação, com base na literatura crítica sobre PI, colonialismo de dados e acesso a tecnologias.

5. Busca ilustrativa de pedidos de patente (quando disponível nas bases Espacenet, Google Patents e INPI, para exemplificar as combinações.

A matriz tem caráter ilustrativo, não exaustivo, e serve como ferramenta analítica para demonstrar a transversalidade da IA sobre os ODS e o papel estruturante da PI.

2.5 Análise da COP30 e identificação de elementos normativos (objetivo iii)

Para atender ao terceiro objetivo, foram examinados os documentos finais da COP30, realizada em Belém do Pará em novembro de 2025. As fontes documentais incluíram: as decisões adotadas (Pacote de Belém), especialmente a Decisão 18/CMA.7 (*Belém Technology Implementation Programme*); a Declaração de Belém para a Industrialização Verde Global (Brasil/UNIDO); a Declaração Política dos Povos Indígenas da Bacia Amazônica; e comunicados oficiais da UNFCCC disponíveis até maio de 2026.

A partir da leitura sistemática desses documentos, foram extraídas todas as menções diretas ou indiretas à propriedade intelectual, transferência de tecnologia, governança de dados, inteligência artificial e acesso equitativo à inovação. Essas evidências foram confrontadas com as lacunas apontadas na literatura e com os dados da OMPI. O resultado desse confronto é a lista de elementos necessários para o desenvolvimento de implicações normativas futuras, apresentada na subseção 7.3. Não se pretende, neste artigo, desenvolver essas implicações normativas em profundidade, mas sim delinear os temas que demandam aprofundamento em pesquisas e negociações posteriores.

2.6 Limitações metodológicas

Três limitações devem ser registradas. **Primeira:** o relatório OMPI não isola especificamente patentes de IA; as inferências baseiam-se em categorias tecnológicas correlatas (engenharia elétrica, métodos de TI, com-

putadores) e na literatura que associa essas categorias a aplicações de IA. **Segunda:** a revisão de literatura é seletiva, não sistemática – justificase pelo caráter exploratório do artigo e pelo foco em cruzar os dados da OMPI com um conjunto representativo da literatura. **Terceira:** a análise da COP30 baseia-se em documentos disponíveis até maio de 2026, não incorporando desdobramentos posteriores de implementação.

3 REVISÃO DE LITERATURA

Esta seção apresenta os fundamentos conceituais e empíricos que sustentam a análise do relatório OMPI 2024 e a construção da matriz patenteODSIA. A revisão está organizada em três eixos. Primeiramente, descrevem-se a metodologia e os principais resultados do relatório da OMPI sobre patentes e ODS (3.1), uma vez que esse relatório constitui a base empírica do artigo. Em seguida, examina-se a literatura que mapeia potencialidades e riscos da inteligência artificial para o cumprimento dos ODS (3.2), com destaque para estudos de Vinuesa et al. (2020) e Palomares et al. (2021). Por fim, discute-se a literatura crítica sobre justiça climática, propriedade intelectual e colonialismo de dados (3.3), que fornece as lentes analíticas para interpretar as assimetrias globais na governança da IA e da PI. Essas três vertentes da literatura são, então, mobilizadas nas seções seguintes para interpretar os dados da OMPI, construir a matriz analítica e avaliar as oportunidades abertas pela COP30.

3.1 Relatório OMPI 2024 e abordagem por patentes

O relatório da OMPI de 2024 utiliza dados da plataforma LexisNexis PatentSight para mapear mais de 15,2 milhões de famílias de patentes ativas, identificando cerca de 4,7 milhões (31,4%) como relacionadas aos ODS. A metodologia envolveu a construção de uma tabela de concordância entre patentes e ODS com base nas classificações de patentes⁵ corres-

⁵ O estudo faz uso da Classificação Internacional de Patentes (IPC, na sigla em inglês), Sistema de Classificação Internacional de Patentes (IPC), sistema da OMPI, altamente detalha-

pondentes e em estratégias específicas de busca para 100 categorias tecnológicas, que cobrem desde agricultura e dispositivos médicos até energias renováveis e transporte.

A análise considera tanto o volume de patentes por ODS quanto sua evolução temporal entre 2000 e 2023, definindo matrizes de maturidade da inovação e destacando tecnologias e ODS para os quais há intensidade no patenteamento, como os ODS 9 (Indústria, inovação e infraestrutura), 13 (Ação climática), 7 (Energia limpa e acessível) e 12 (Consumo e produção responsáveis).

Além da dimensão quantitativa, o estudo da OMPI revela geografia desigual da inovação voltada ao desenvolvimento sustentável. Embora os ODS constituam agenda universal, a produção de conhecimento protegido por patentes permanece fortemente concentrada em um número reduzido de países e grandes organizações. O relatório mostra que Estados Unidos, Europa, China, Japão e Coreia do Sul concentram parcela significativa das famílias de patentes relacionadas aos ODS, evidenciando que a capacidade de gerar e apropriar-se das tecnologias consideradas estratégicas para a sustentabilidade continua distribuída de forma assimétrica no sistema internacional. Essa constatação reforça preocupações já presentes na literatura sobre inovação e desenvolvimento, segundo as quais a transição sustentável tende a reproduzir desigualdades tecnológicas históricas entre Norte e Sul Global.

Outro aspecto relevante do relatório é a identificação de fortes diferenças entre os próprios ODS quanto à intensidade da atividade patentária. Objetivos associados a infraestrutura, indústria, saúde, energia e produção sustentável apresentam elevada densidade tecnológica e expressivo volume de patentes, enquanto objetivos relacionados a desigualdades, instituições, governança e parcerias tem menor correspondência com mecanismos tradicionais de proteção intelectual. Tal constatação sugere que as patentes funcionam como indicador da capacidade de inovação tecnológica, mas representam apenas parcialmente os elementos necessários para a imple-

do, que classifica a tecnologia descrita em documentos de patente com códigos alfanuméricos. A IPC está presente em documentos de patente depositados em mais de 100 países.

mentação integral da Agenda 2030, especialmente aqueles vinculados a transformações institucionais, sociais e distributivas.

A análise também evidencia que as tecnologias associadas aos ODS apresentam trajetórias de crescimento distintas. Entre os segmentos mais dinâmicos, destacam-se as tecnologias relacionadas à saúde, energia limpa, mitigação das mudanças climáticas, eficiência energética e monitoramento ambiental. Muitos desses domínios correspondem exatamente às áreas nas quais a inteligência artificial vem sendo incorporada de forma crescente, seja para análise preditiva, automação de processos, otimização de recursos ou apoio à tomada de decisão. Embora o relatório da OMPI não tenha sido concebido especificamente para mapear a IA, seus resultados permitem identificar os espaços tecnológicos nos quais essa tecnologia tende a exercer maior influência sobre o cumprimento dos ODS.

Sob a perspectiva da governança global, os achados da OMPI reforçam que a propriedade intelectual não deve ser compreendida apenas como instrumento de incentivo à inovação, mas também como mecanismo de organização do acesso às tecnologias consideradas essenciais para a sustentabilidade. Se as patentes indicam onde estão sendo realizados os investimentos tecnológicos mais intensivos, elas também revelam quem controla esses ativos e quais atores tem maior capacidade de definir os rumos da transição sustentável. Nesse sentido, o mapeamento realizado pela OMPI fornece base empírica relevante para discutir temas como transferência de tecnologia, compartilhamento de conhecimento, acesso a soluções baseadas em IA e justiça tecnológica, questões que assumem especial relevância nas negociações climáticas e de desenvolvimento sustentável que convergem para a COP30.

3.2 IA e ODS: potencialidades e riscos

A literatura acadêmica sobre IA e ODS cresceu substancialmente nos últimos anos. Pesquisas de mapeamento e revisão sistemática indicam que a IA pode apoiar diretamente metas relacionadas à saúde (ODS 3), energia limpa (ODS 7), ação climática (ODS 13), cidades sustentáveis (ODS 11) e

conservação de ecossistemas (ODS 14 e 15), entre outras. Ao mesmo tempo, apontam riscos relevantes para metas ligadas a desigualdade, trabalho decente e governança democrática (ODS 8, 10 e 16), como automação excludente, vigilância em massa e amplificação de vieses (Imtiaz et al., 2025).

Vinuesa et al. (2020) analisam sistematicamente como aplicações de IA podem ajudar ou atrapalhar o cumprimento das 169 metas dos ODS, concluindo que a tecnologia contribui positivamente para 134 delas, mas pode prejudicar 59, sobretudo por efeitos indiretos como consumo energético intensivo de centros de dados, usos militares, desinformação e concentração de poder econômico. Outros estudos reforçam a necessidade de frameworks regulatórios e de governança capazes de orientar o desenvolvimento de IA para objetivos de sustentabilidade, enfatizando transparência, responsabilidade e participação social (Al Qudah et al., 2025; Goron; Chereches, 2026).

3.3 Justiça climática, PI e colonialismo de dados

A discussão sobre justiça climática vem problematizando a distribuição desigual de responsabilidades históricas e capacidades entre países na mitigação e adaptação às mudanças climáticas, a partir do princípio de responsabilidades comuns, porém diferenciadas, consagrado na Convenção da ONU sobre Mudança do Clima e reafirmado no Acordo de Paris. Nesse debate, a PI aparece ora como barreira à transferência de tecnologias limpas para países em desenvolvimento, ora como instrumento de incentivo à inovação verde, dependendo do desenho institucional de licenças, exceções e mecanismos de compartilhamento (Organização das Nações Unidas, 1992, 2015; Rimmer, 2019; Batista-Pritchard, 2024).

Trabalhos recentes apresentam leituras críticas sobre o papel da PI e dos direitos sobre dados no contexto de IA argumentando que a combinação entre concentração de ativos intangíveis e assimetrias de infraestrutura digital tende a reforçar formas de “colonialismo de dados” e dependência algorítmica no Sul Global. Pesquisas sobre viés algorítmico e governança de IA em países em desenvolvimento apontam ainda que sistemas im-

portados, treinados com dados de contextos do Norte, podem reproduzir discriminações, reduzir autonomia regulatória e fragilizar a proteção de direitos humanos (Ghozali, 2025; Regilme, 2024; Warganegara, 2024; Hussain; Bresnahan; Zhuang, 2025; Jameel, 2024; Kakraba; Agyemang; Srivastav, 2026).

Exemplos concretos de colonialismo de dados já são documentados na literatura. No campo da saúde, projetos de IA para diagnóstico de tuberculose ou malária na África Subsaariana frequentemente utilizam dados clínicos locais sem consentimento informado explícito e sem cláusulas de repartição de benefícios, treinando modelos cuja propriedade intelectual é retida por empresas ou universidades do Norte Global (Hussain et al., 2025). Em contextos indígenas, a extração de dados biométricos, genéticos ou ambientais – como os utilizados para modelos de reconhecimento facial ou de previsão de safras – tem ocorrido à margem dos protocolos de consentimento livre, prévio e informado (FPIC), gerando reações como a motória sobre dados da etnia Maasai no Quênia (Kukutai & Taylor, 2016).

Do ponto de vista da propriedade intelectual, essa assimetria é agravada por uma lacuna normativa central: dados brutos não são protegidos por nenhum regime internacional de PI (salvo situações específicas de segredo comercial ou *sui generis* como o *database right* europeu⁶). Assim, empresas podem extrair livremente dados do Sul Global, processá-los em seus servidores e patentear os resultados, sem jamais compensar as comunidades ou países de origem. Essa estrutura tem sido conceituada como extração neocolonial de valor a partir de bens comuns digitais (Couldry & Mejias, 2019; Milan & Treré, 2019). A governança da PI, portanto, não pode tratar separadamente “dados” e “inovações derivadas”. Uma agenda de justiça climática e IA exige o reconhecimento de direitos de propriedade coletiva sobre dados ambientais e territoriais, bem como a criação de um

⁶ O chamado *database right* europeu foi instituído pela Diretiva 96/9/CE (UNIÃO EUROPEIA, 1996) como mecanismo de proteção de investimentos em bases de dados. Embora represente uma exceção à ausência de proteção internacional para dados brutos, o regime protege prioritariamente o organizador da base de dados, e não necessariamente os indivíduos ou comunidades que geraram os dados nela contidos, razão pela qual sua capacidade de enfrentar problemas relacionados à justiça de dados permanece objeto de debate na literatura especializada.

tratado global sobre partilha justa de benefícios em contextos de IA, nos moldes do Protocolo de Nagoya para recursos genéticos.

4 PANORAMA OMPI 2024: TECNOLOGIA, ODS E PISTAS PARA IA

4.1 Intensidade de patentes por ODS

O relatório da OMPI “*Mapping Innovations Patents and the Sustainable Development Goal*”, publicado em 2024, mostra que 13 dos 17 ODS apresentam vinculação relevante com patentes, sendo que ODS 8, 10, 16 e 17 não são mapeados por se referirem predominantemente a dimensões socioeconômicas. Entre os ODS mapeados, o ODS 9 (Indústria, inovação e infraestrutura) concentra o maior número de famílias de patentes ativas (cerca de 2,9 milhões), representando aproximadamente 20% de todas as patentes ativas no mundo.

ODS 13 (Ação climática), ODS 7 (Energia limpa e acessível) e ODS 12 (Consumo e produção responsáveis) também apresentam volumes elevados e forte crescimento de patentes ao longo das duas últimas décadas, sendo identificados como “tópicos quentes” com alta intensidade e caráter mais recente de inovação tecnológica. Em contraste, ODS 1 (Erradicação da pobreza), 4 (Educação de qualidade), 6 (Água limpa e saneamento), 14 (Vida na água) e 15 (Vida terrestre) exibem volumes menores, mas com tendência recente de aumento, classificados como áreas de interesse emergente.

Os dados sugerem correlação entre a intensidade de patenteamento e campos tecnológicos tradicionalmente mais propensos à proteção por patentes, como eletrônica, manufatura avançada e química, o que ajuda a explicar o peso relativo de ODS 9 e 13 em relação a metas de caráter mais social (26).

4.2 Setores e campos tecnológicos relevantes

No recorte por setores tecnológicos da OMPI, o setor de Química (incluindo farmacêuticos e materiais) detém a maior participação de pa-

tentes relacionadas aos ODS, seguido pelos setores de Engenharia mecânica e Instrumentos (que abarca dispositivos médicos). O setor de Engenharia elétrica vem apresentando crescimento acelerado, refletindo a difusão de tecnologias digitais, eletrônica de potência e Internet das Coisas em soluções de sustentabilidade.

Em nível de campos tecnológicos, a área de “tecnologia ambiental” responde por aproximadamente 75% de patentes relacionadas a ODS, enquanto microestruturas e nanotecnologia, biotecnologia e farmacêuticos também exibem elevada proporção de patentes associadas aos ODS. Campos de TI, como “métodos de TI para gestão” e “tecnologia de computadores”, ainda apresentam participação relativamente baixa, mas com taxas de crescimento superiores às demais áreas, sinalizando expansão de soluções digitais aplicadas a ODS.

Embora o relatório não isole especificamente patentes de IA, a combinação de alta participação em setores como engenharia elétrica e crescimento em campos de TI sugere que aplicações de IA e aprendizagem de máquina constituem parte importante do substrato tecnológico das soluções mapeadas, tanto em energia e clima quanto em saúde, agricultura e gestão de cidades (Vinuesa et al., 2020; Palomares et al., 2021)

4.3 Distribuição geográfica e concentração de titulares

A análise do relatório da OMPI identifica preferência por rotas internacionais e regionais de proteção (PCT⁷ e Escritório Europeu de Patentes) para patentes relacionadas aos ODS, com participações de 35,4% e 42,4%, respectivamente, superiores às médias globais. Isso indica que inventores e empresas tendem a buscar proteção mais ampla para tecnologias ligadas à sustentabilidade, o que tem implicações para o acesso em países em desenvolvimento.

⁷ Tratado de Cooperação em Matéria de Patentes, administrado pela OMPI, estabelece um sistema internacional de patentes que ajuda empresas e inovadores a buscarem proteção patentária em vários países por meio de um procedimento único e econômico. No âmbito do Sistema PCT, é possível apresentar um único pedido PCT, em um único idioma, em um único escritório de patentes, com o mesmo efeito jurídico que a apresentação de pedidos de patente separados em todos os Estados Contratantes do Tratado.

O estudo também mostra forte concentração de titulares de alto impacto em poucos países, com empresas e instituições dos Estados Unidos, da Europa, da China, do Japão e da Coreia do Sul respondendo por grande parte das famílias de patentes internacionais relacionadas aos ODS. Entre empresas, destacam-se corporações de setores de energia, automotivo, eletrônico e farmacêutico; entre instituições de pesquisa, sobressaem a Academia Chinesa de Ciências, universidades norte-americanas de ponta e grandes organizações de pesquisa europeias.

Essa concentração dialoga com literatura sobre assimetrias globais de capacidade de inovação em IA, que identifica China, Estados Unidos e alguns países europeus como polos dominantes em produção científica, depósitos de patentes e desenvolvimento de sistemas de IA, enquanto regiões do Sul Global mantêm participação modesta (Liu et al., 2021; Tang; Hsiao; Hwang, 2022; Hussain; Bresnahan; Zhuang, 2025).

5 Matriz analítica patente-ODS-IA

Com base no quadro fornecido pelo relatório da OMPI e na literatura acadêmica sobre IA e ODS, propõem-se uma matriz analítica que cruza quatro elementos: (i) ODS; (ii) tecnologias-chave mapeadas pelo relatório da OMPI; (iii) aplicações típicas de IA; e (iv) possíveis contribuições e desafios associados à PI. A tabela a seguir sintetiza alguns exemplos ilustrativos.

ODS	Tecnologias-chave (OMPI)	Aplicações típicas de IA	Questões de propriedade intelectual e correlatas (lista não exaustiva)	Exemplos de pedidos de patentes e patentes concedidas ou não
ODS 1 – Erradicação da pobreza	Blockchain para inclusão financeira	Modelos de risco de crédito, detecção de fraude, scoring para microcrédito	Licenciamento de sistemas de IA patenteados (ou protegidos por segredo comercial) para serviços públicos; riscos de exclusão financeira por algoritmos opacos (vieses algoritmos) (Anadon et al., 2016)	US20260141397 US12548029B2

ODS	Tecnologias-chave (OMPI)	Aplicações típicas de IA	Questões de propriedade intelectual e correlatas (lista não exaustiva)	Exemplos de pedidos de patentes e patentes concedidas ou não
ODS 2 – Fome zero	Química de alimentos, biotecnologia agrícola	Agricultura de precisão, previsão climática e de produtividade, otimização de insumos	Patentes em IA agrícola e sementes; possíveis barreiras de acesso em países em desenvolvimento	WO2026095786 CN121789068A AU2021102447
ODS 3 – Saúde e bem-estar	Farmacêutica, tecnologia médica	Diagnóstico assistido por imagem, descoberta de fármacos, triagem e gestão hospitalar inteligente	Patentes relacionadas a algoritmos médicos, dados de treinamento e dispositivos; debates éticos sobre exclusividade, acesso universal, dados sensíveis, caixa-preta dos modelos de IA, suficiência descritiva das patentes (Hussain; Bresnahan; Zhuang, 2025; Kakraba; Agyemang; Srivastav, 2026)	CN115281698A GB2643817 CN120954537 US12488867 (B2)
ODS 4 – Educação de qualidade	Tecnologias de informação e ensino	Tutores inteligentes, sistemas de recomendação educacional, análise de evasão	Proteção de software, direitos autorais sobre conteúdos gerados por IA, patenteamento das tecnologias envolvendo IA, divergência regulatória entre países para patenteamento de tecnologias de IA (Guerra <i>et. al.</i> , 2023) e direitos autorais, proteção por segredo industrial e sigilo das informações; riscos de viés e vigilância em ambientes educacionais (Paek; Kim, 2021)	KR20210040605 US6540520 (B2)

ODS	Tecnologias-chave (OMPI)	Aplicações típicas de IA	Questões de propriedade intelectual e correlatas (lista não exaustiva)	Exemplos de pedidos de patentes e patentes concedidas ou não
ODS 5 – Igualdade de gênero	Baixa presença tecnológica direta	IA para detecção de vieses, análise de políticas públicas, monitoramento de violência	Oportunidade para modelos abertos e infraestruturas de dados públicos voltadas à justiça de gênero; vieses algorítmicos decorrentes das equipes que planejam, elaboram, testam os modelos, além dos vieses de dados (Preziosi, G.; Guerrante, R.S., 2024).	GB2629070 (A) AU2020103911
ODS 6 – Água limpa e saneamento	Tecnologias ambientais, sensores	Monitoramento de qualidade da água, detecção de vazamentos, otimização de redes	Patentes em tecnologias “verdes” com IA embarcada; necessidade de modelos de licenciamento acessíveis; fast-track de patentes verdes; WIPO Green (plataforma de matchmaking)	NL2039307 KR20250118468A
ODS 7 – Energia limpa e acessível	Energias solar, eólica, armazenamento	Gestão de redes inteligentes, previsão de carga, manutenção preditiva	Patentes em energias renováveis e gestão inteligente de redes concentradas em países e empresas líderes; difusão tecnológica; risco de concentração de know-how em poucos países (Tuganova <i>et. al.</i> , 2022)	WO2026054389 WO2026102424 KR102937811B1
ODS 9 – Indústria, inovação e infraestrutura	Automação, impressão 3D, nanotecnologia	Otimização de processos industriais, logística, manufatura inteligente, gêmeos digitais, robótica.	Concentração de patentes e assimetria de capacidade industrial; equilíbrio entre proteção forte e difusão de tecnologias industriais 4.0; uso de IA em escritórios de PI (Guerrante, 2024)	KR20260056347 EP3907057 KR20260065422 CN120563819 (B)

ODS	Tecnologias-chave (OMPI)	Aplicações típicas de IA	Questões de propriedade intelectual e correlatas (lista não exaustiva)	Exemplos de pedidos de patentes e patentes concedidas ou não
ODS 11 – Cidades sustentáveis	Engenharia civil, sensores urbanos	Planejamento urbano baseado em dados, sistemas inteligentes de transporte, gestão de resíduos	Desafios de interoperabilidade e de proteção de dados pessoais combinados a direitos exclusivos sobre soluções urbanas (Kasintahan et al., 2022)	CN121685594 NZ792031
ODS 12 – Consumo e produção responsáveis	Reciclagem, economia circular	IA para triagem de resíduos, análise de ciclo de vida, otimização de cadeias de suprimento	Patentes sobre modelos de negócio circulares baseados em IA; tensão entre segredos comerciais e transparência ambiental	TWM680760 CN119476657
ODS 13 – Ação climática	Tecnologias de redução de emissões e energia	Modelagem climática, previsão de eventos extremos, otimização de mitigação e adaptação	Acesso a tecnologias via iniciativas como WIPO GREEN e mecanismos de licenciamento aberto; debates sobre PI em tecnologias críticas de mitigação (Rimmer, 2019)	CN121327399 CN120448749(B)
ODS 14 – Vida na água	Monitoramento oceânico	IA para identificar padrões de pesca ilegal, derramamentos e poluição marinha	Proteção de modelos de IA e compartilhamento de dados; questões de soberania sobre dados marinhos (Zhang; Huang; Lin, 2024)	CN121257942 CN118193982 KR20210147532
ODS 15 – Vida terrestre	Sensores ambientais, dados de biodiversidade	Detecção de desmatamento, mapeamento de habitats, previsão de riscos a espécies	Governança de PI em dados ambientais e saberes tradicionais; risco de apropriação indevida de conhecimentos locais (Zhang; Huang; Lin, 2024; Shawoo; Thornton, 2019)	CN120548965 CN119625627 KR20230171567

Essa matriz ilustra a tese central de que a IA opera como camada transversal sobre diferentes domínios tecnológicos relacionados aos ODS, potencializando tanto benefícios quanto riscos, enquanto a PI funciona como mecanismo de estruturação de incentivos e distribuição de poder econômico em torno dessas soluções.

6 IA, ODS E GOVERNANÇA: POTENCIALIDADES E DESAFIOS

6.1 Contribuições da IA para os ODS

Estudos de síntese apontam que sistemas de IA podem, por exemplo, aumentar a eficiência energética por meio de otimização de redes elétricas, apoiar monitoramento ambiental em tempo real com sensores e visão computacional, aperfeiçoar diagnósticos médicos e personalizar tratamentos, além de melhorar a gestão de recursos hídricos e agrícolas. Nos ODS 13 e 7, aplicações como previsão de demanda, integração de energias renováveis em redes e modelagem climática desempenham papel particularmente relevante (AL QUDAH et al., 2025; IMTIAZ et al., 2025; GORON; CHERECHES, 2026; PALOMARES et al., 2021; ZHANG; HUANG; LIN, 2024)

Na agricultura (ODS 2), a agricultura de precisão baseada em IA permite uso menos intensivo de água, fertilizantes e defensivos, aumentando produtividade e reduzindo impactos ambientais. Em saúde (ODS 3), algoritmos de aprendizagem profunda têm aprimorado a detecção precoce de doenças a partir de imagens, dados clínicos e sensores vestíveis, com potencial para reduzir custos e ampliar o acesso a serviços de qualidade (REY, 2019; IMTIAZ et al., 2025; GORON; CHERECHES, 2026)

6.2 Riscos sistêmicos: viés, desigualdade e governança da propriedade intelectual

A literatura alerta para riscos sistêmicos associados à difusão da IA incluindo viés algorítmico, exclusão digital e concentração de poder econômico e informacional. Estudos sobre “dependência algorítmica” argu-

mentam que infraestruturas de IA desenvolvidas e controladas por atores do Norte Global tendem a impor lógicas, prioridades e formas de coleta e uso de dados que não necessariamente refletem as realidades sociais e culturais do Sul Global (Vinuesa et al., 2020; Leal Filho et al., 2023; Jee et al., 2024; D'Adamo et al., 2024; Batista-Pritchard, 2024)

Pesquisas sobre governança de IA no Sul Global destacam desafios como falta de dados representativos, normativos frágeis, assimetria de capacidades técnicas e dependência de plataformas estrangeiras, fatores que podem levar à reprodução ampliada de desigualdades nos campos de educação, saúde, crédito e segurança. Em contextos de baixa proteção de dados pessoais e de direitos humanos, a expansão de sistemas de vigilância automatizada, *scoring* social e ferramentas preditivas para policiamento ou triagem social pode conflitar diretamente com os ODS 10 (Redução das desigualdades) e 16 (Paz, justiça e instituições eficazes) (D'Adamo et al., 2024; Batista-Pritchard, 2024).

A difusão massiva da inteligência artificial (IA) acarreta riscos sistêmicos relevantes, incluindo viés algorítmico, exclusão digital e concentração de poder econômico e informacional. Infraestruturas de IA desenvolvidas predominantemente por grandes empresas e instituições do Norte Global tendem a incorporar prioridades, valores e conjuntos de dados que nem sempre refletem a diversidade econômica, cultural e social dos países do Sul Global, podendo ampliar desigualdades em áreas como saúde, educação, crédito e segurança (Crawford, 2021; UNCTAD, 2025). Nesse contexto, a dependência de modelos proprietários protegidos por segredo comercial restringe a auditoria independente, a adaptação local e a transferência de tecnologia, gerando tensões com os ODS 9, 10 e 16 (Burk, 2021; Gikay, 2025).

A literatura também destaca que sistemas de IA apresentam desafios específicos para os regimes tradicionais de propriedade intelectual. Diferentemente de invenções convencionais, muitos modelos de IA tem caráter dinâmico e adaptativo, tornando complexa sua reprodução exata e levantando questionamentos sobre suficiência descritiva, inventividade e transparência tecnológica (Guerra et.al, 2023). A crescente utilização de

segredos comerciais para proteger pesos neurais e dados de treinamento reduz a capacidade de escrutínio externo e pode dificultar o acesso de países em desenvolvimento a tecnologias estratégicas.

No âmbito regulatório, observa-se tendência internacional de aperfeiçoamento dos critérios de patenteabilidade relacionados à IA. No Brasil, o Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) submeteu à consulta pública, em 2025, minuta de diretrizes para o exame de pedidos de patente envolvendo IA. A proposta distingue modelos de IA, invenções baseadas em IA e invenções assistidas por IA reafirmando a necessidade de participação humana na atividade inventiva e exigindo demonstração de efeito técnico concreto para caracterização da patenteabilidade (INPI, 2025a; INPI, 2025b).

As diretrizes brasileiras também reforçam requisitos de suficiência descritiva, exigindo informações técnicas capazes de permitir a reprodução da invenção por um técnico no assunto. O debate ocorrido durante a consulta pública evidenciou preocupações relacionadas ao equilíbrio entre transparência, segurança jurídica, proteção da inovação e preservação de incentivos ao desenvolvimento tecnológico. Tais discussões refletem desafios observados em outras jurisdições, especialmente quanto à definição de inventividade em soluções apoiadas por IA e ao tratamento de algoritmos e modelos de aprendizado de máquina no sistema patentário (Guerra et al., 2023; INPI, 2025b).

Paralelamente, surgem alternativas normativas voltadas à ampliação do acesso e à mitigação de riscos associados à IA. Licenças responsáveis, como RAIL e OpenRAIL, procuram combinar abertura tecnológica com restrições destinadas a evitar usos potencialmente nocivos. Iniciativas desse tipo têm sido apontadas como instrumentos promissores para conciliar inovação aberta, responsabilidade social e governança ética da IA (OECD, 2024).

Considerando os desafios para o cumprimento dos ODS, recomenda-se que organismos multilaterais, incluindo a Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI) e fóruns internacionais relacionados à agenda climática, promovam mecanismos que fortaleçam a transferência

de tecnologia, a transparência algorítmica e o compartilhamento responsável de conhecimento. Medidas como requisitos mínimos de documentação técnica, incentivos a modelos abertos e fortalecimento de capacidades locais de auditoria e desenvolvimento tecnológico podem contribuir para reduzir assimetrias globais e ampliar os benefícios da IA para o desenvolvimento sustentável (UNCTAD, 2025; OECD, 2024).

Em síntese, a relação entre IA, propriedade intelectual e desenvolvimento sustentável envolve um delicado equilíbrio entre exclusividade e acesso. Regimes excessivamente fechados podem aprofundar dependências tecnológicas e desigualdades existentes, enquanto mecanismos adequados de transparência, licenciamento e cooperação internacional podem ampliar a difusão de tecnologias estratégicas e favorecer a consecução dos ODS.

6.3 A pegada ecológica da IA: energia, água e o paradoxo das patentes verdes

Paralelamente aos riscos distributivos, o próprio desenvolvimento e operação da IA geram impactos ambientais significativos que tensionam a narrativa da “tecnologia verde”. Embora a IA possa otimizar redes elétricas, prever eventos extremos ou monitorar desmatamento, seu substrato material (centros de dados, chips especializados, GPUs, TPUs e infraestrutura de refrigeração) é intensivo em energia e água. Estudos recentes indicam que o treinamento de um único modelo de IA generativa de grande porte pode consumir mais de 1.300 MWh de eletricidade e emitir cerca de 500 toneladas de CO₂, o equivalente a cinco vezes o ciclo de vida de um automóvel (Lacoste et al., 2019; Wu et al., 2022). A demanda energética associada à IA dobra a cada 100 dias e a ONU estima que o consumo de água para operar modelos de IA pode triplicar até 2027, alcançando entre 4,2 e 6,6 bilhões de metros cúbicos anuais, volume superior ao consumo de toda a Dinamarca.

Essa pegada ecológica coloca em xeque o alinhamento da IA com os ODS 12 (consumo e produção responsáveis) e 13 (ação climática). Mais

relevante para o debate sobre PI, o sistema de patentes não diferencia tecnologias de IA pelo seu custo ambiental. Uma patente sobre um método de otimização de energia renovável pode ser concedida ao mesmo tempo em que o *hardware* necessário para o executar, também patenteado, consome quantidades desproporcionais de recursos. Não há, nos critérios de patenteabilidade, nenhuma exigência de declaração de eficiência energética ou de ciclo de vida. Isso contrasta com outros regimes regulatórios (ex.: selos de eficiência para eletrodomésticos, padrões EURO para veículos) e representa uma lacuna que a governança da PI poderia começar a preencher, ao menos para tecnologias que se pretendam “verdes” ou “relacionadas aos ODS”.

Propostas em discussão na literatura incluem a criação de um “requisito de suficiência descritiva ecológica” nos pedidos de patente de IA para aplicações climáticas e ambientais, exigindo que o depositante informe o consumo energético estimado, a pegada de carbono associada ao treinamento e as medidas de mitigação adotadas (Armstrong et al., 2025; Nlo, 2026; Virtuosity Legal, 2025). Escritórios de patentes poderiam, adicionalmente, criar uma categoria especial de patentes “verdes de baixo impacto” com tramitação acelerada condicionada ao atendimento de limites máximos de emissão, à semelhança de programas já existentes em países como Brasil e Reino Unido, que têm demonstrado resultados positivos na redução de emissões (Chambers and Partners, [s.d.]; Sciencedirect, 2023; WIPO, 2023). Tais medidas estariam alinhadas com o princípio da responsabilidade comum, porém diferenciada, permitindo que países em desenvolvimento acessem tecnologias de IA climática sem herdar os custos ambientais excessivos que marcam o paradigma atual de treinamento (Batista-Pritchard, 2024).

7 PROPRIEDADE INTELECTUAL, CLIMA E COP30

7.1 PI e transferência de tecnologia climática

O debate sobre a relação entre PI e mudança do clima remonta às negociações do Protocolo de Quioto e foi intensificado com o Acordo de

Paris, ainda que o texto final não inclua referências explícitas a PI. A literatura identifica três canais principais pelos quais a PI afeta a difusão de tecnologias climáticas: (i) no incentivo ao desenvolvimento de tecnologias verdes; (ii) em possíveis barreiras a processos de transferência de tecnologia para países em desenvolvimento; e (iii) como instrumento de desenho de arranjos colaborativos de P&D. (Yao et al., 2024; Leite et al., 2025)

Estudos sugerem que regimes de PI robustos podem estimular investimentos privados em inovação verde, especialmente quando combinados com políticas públicas de demanda, como subsídios, padrões ambientais e mecanismos de precificação de carbono. Por outro lado, há evidências de que, em alguns setores, o controle concentrado de patentes por empresas de países desenvolvidos pode dificultar o acesso a tecnologias críticas em países de menor renda, sobretudo quando não existem licenças voluntárias (Luo; Xu; Wu, 2025)

Iniciativas como o programa *Wipo Green* buscam facilitar a conexão entre detentores de tecnologias verdes e potenciais usuários, criando bases de dados de tecnologias disponíveis, inclusive em regime de licenciamento aberto ou condicional. A literatura, contudo, aponta que tais plataformas precisam ser articuladas com instrumentos financeiros, capacitação local e arranjos regulatórios para produzir impacto significativo, sob pena de se limitarem a repositórios de boa vontade., que é o que vem buscando a OMPI recentemente com o enriquecimento da plataforma (WIPO, [s.d])

7.2 IA, clima, dados e direitos

No contexto da IA aplicada ao clima, surgem camadas adicionais de complexidade. Tecnologias de monitoramento de emissões, modelagem climática, previsão de desastres e otimização de infraestrutura dependem fortemente de dados, frequentemente sensíveis ou de difícil acesso, como dados meteorológicos de alta resolução, registros de uso da terra e dados de sensores em tempo real.

Além da proteção das tecnologias envolvidas por patentes, o controle sobre bases de dados e infraestruturas de nuvem torna-se ativo estratégico,

frequentemente protegido por direitos autorais, segredos comerciais e contratos de acesso. Em cenários de negociação climática, isso levanta questões sobre soberania de dados, partilha justa de benefícios e necessidade de bens públicos digitais – dados abertos, modelos abertos e infraestruturas digitais comuns – para permitir que países em desenvolvimento implementem suas próprias soluções de IA climática.

A COP30, realizada em Belém do Pará entre 10 e 21 de novembro de 2025, consolidou-se como a “COP da implementação”, com a adoção de 56 decisões por consenso entre os 195 países participantes, reunidas no Pacote de Belém. Pela primeira vez na história das COPs, o tema “ciência, tecnologia e inteligência artificial” foi explicitamente listado como um dos eixos temáticos centrais da agenda oficial, inaugurando novo patamar de discussão sobre o papel da IA na ação climática. Apesar de a IA não ter integrado as negociações formais da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima (UNFCCC), ela ocupou espaço central na Agenda de Ação, onde governos, empresas e sociedade civil apresentaram compromissos voluntários e iniciativas concretas.

Entre os principais avanços, destaque-se o lançamento do Programa de Implementação de Tecnologia de Belém (Belém *Technology Implementation Programme* – TIP), adotado pela Decisão 18/CMA.7, que estabelece um marco decenal para o desenvolvimento e a transferência de tecnologias climáticas para países em desenvolvimento, com ênfase em soluções digitais e de IA. Simultaneamente, foi aprovada a extensão por 15 anos do mandato do Centro de Tecnologia Climática (CTC), com novas atribuições para apoiar Sistemas Nacionais de Inovação (NSI) nos países em desenvolvimento, reforçando a interface entre tecnologia, capacitação local e acesso equitativo.

No campo específico da propriedade intelectual, a COP30 não produziu decisão vinculante sobre PI, mas gerou encaminhamentos relevantes. A Declaração de Belém para a Industrialização Verde Global, lançada pelo Brasil e pela Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (UNIDO), com adesão de 35 países e 22 organizações internacionais, estabeleceu como diretriz a necessidade de “sinergias entre inova-

ção tecnológica, financiamento climático e inclusão social”, com reconhecimento explícito de que o acesso a tecnologias limpas não pode ser obstruído por barreiras comerciais e de propriedade intelectual, especialmente para o Sul Global. Adicionalmente, a recomendação de finanças climáticas do BRICS, endossada por outros países em desenvolvimento, propôs a criação de uma plataforma compartilhada para melhorar o acesso a patentes, tecnologias e conhecimentos relacionados ao clima.

A Declaração Política dos Povos Indígenas da Bacia Amazônica, apresentada à COP30, exigiu o reconhecimento de direitos coletivos de autoria, propriedade intelectual e governança sobre sistemas de conhecimento tradicionais, estabelecendo precedente importante para a interface entre dados, conhecimentos locais e IA climática. Embora essa demanda não tenha sido integralmente refletida nos textos finais, ela foi incorporada ao programa de trabalho da Presidência brasileira para o biênio 2026/2027.

Em relação ao acesso a dados e infraestruturas digitais, a COP30 aprovou diretrizes para que os repositórios de dados climáticos e de biodiversidade – como o *Data Observatory for the Amazon*, o *Global Forest Watch* e o *Climate Data Store* do Copernicus – adotem governança multissetorial com participação efetiva de países em desenvolvimento e povos indígenas, incluindo mecanismos de consentimento livre, prévio e informado (FPIC) para coleta e uso de dados locais. Esses repositórios foram reconhecidos como infraestruturas digitais comuns (*digital commons*), devendo ser mantidos sob modelos de licenciamento aberto e não sujeitos à apropriação por direitos de propriedade intelectual exclusiva, ressalvadas as proteções de dados sensíveis e conhecimentos tradicionais.

Financiamento e implementação: o Pacote de Belém também consolidou a meta de mobilizar US 300 bilhões oriundos de fontes públicas, e o compromisso de triplicar o financiamento para adaptação até 2035. Esse arcabouço financeiro, combinado com o TIP e a Declaração de Industrialização Verde, cria condições institucionais mais favoráveis para a transferência de tecnologias de IA climática, embora a efetividade dependa da remoção concreta de barreiras de PI e da criação de mecanismos de licenciamento acessível.

7.3 Elementos para o desenvolvimento de implicações normativas sobre PI, IA e clima pós-COP30

A discussão normativa plena sobre como a governança multilateral da propriedade intelectual deve se adaptar à interface entre IA, clima e desenvolvimento sustentável ultrapassa o escopo deste artigo. Contudo, com base na análise precedente e nos resultados da COP30, é possível identificar um conjunto de elementos que precisam ser desenvolvidos por futuras pesquisas, negociações internacionais e propostas de reforma institucional. Esses elementos são os seguintes:

a) Mapeamento sistemático das flexibilidades do TRIPS aplicáveis a tecnologias de IA climática

É necessário analisar em que medida o licenciamento compulsório (art. 31 do TRIPS), as exceções para pesquisa experimental e os regimes de importação paralela podem ser invocados para garantir acesso a patentes de IA relacionadas a mitigação e adaptação climática, especialmente quando titulares não oferecem licenças voluntárias em termos acessíveis para países em desenvolvimento.

b) Harmonização entre as decisões da COP30 e os fóruns de PI (OMPI, OMC)

As diretrizes da COP30 que reconhecem repositórios de dados como *digital commons* e que pedem sinergias entre inovação e acesso equitativo precisam ser traduzidas em propostas concretas no âmbito do Comitê Permanente de Direito de Patentes da OMPI e do Conselho TRIPS. Falta examinar como a Declaração de Belém pode influenciar futuras recomendações ou mesmo um eventual tratado sobre transferência de tecnologia climática.

c) Criação de mecanismos de licenciamento compulsório para emergências climáticas envolvendo IA

Um elemento normativo central é a definição de “emergência climática” como hipótese de interesse público que autoriza o li-

cenciamento compulsório de patentes de IA (ex.: modelos de previsão de desastres, otimização de redes elétricas em crises). É preciso desenvolver critérios objetivos, procedimentos ágeis e compensações justas aos titulares.

d) Exigências de transparência e suficiência descritiva ecológica em pedidos de patente verde com IA

Propõe-se, como elemento normativo a ser debatido, a inclusão de requisitos mínimos de divulgação do consumo energético, pegada de carbono e uso de água no treinamento de modelos de IA nas diretrizes de exame de patentes (nacional e internacional), especialmente quando a tecnologia é apresentada como solução climática. Escritórios de patentes poderiam adotar programas de *fast-track* condicionados a essas declarações.

e) Governança multissetorial de dados climáticos e ambientais como bem público digital

As decisões da COP30 que recomendam repositórios abertos de dados precisam ser operacionalizadas por meio de instrumentos normativos que impeçam a apropriação privada desses dados via segredo comercial ou direitos *sui generis*. Elementos a desenvolver incluem: protocolos de consentimento livre, prévio e informado (FPIC) para comunidades indígenas, salvaguardas contra colonialismo de dados e modelos de licenciamento aberto com cláusulas de repartição de benefícios.

f) Estímulo a modelos de licenciamento aberto responsável (RAIL, OpenRAIL) para IA climática

É necessário desenvolver incentivos normativos (como condicionantes em financiamentos climáticos ou benefícios fiscais) para que empresas e instituições de pesquisa adotem licenças responsáveis que permitam acesso e adaptação local de modelos de IA, ao mesmo tempo que restrinjam usos prejudiciais. A OMPI poderia criar um repositório de licenças-modelo adaptadas aos ODS.

g) Fortalecimento de capacidades locais para auditoria algorítmica e soberania tecnológica

As implicações normativas devem incluir programas multilaterais de capacitação técnica no Sul Global, permitindo que escritórios de PI, agências reguladoras e organizações da sociedade civil realizem auditorias independentes de vieses, segurança e sustentabilidade de sistemas de IA patenteados. Isso poderia ser vinculado ao *Belém Technology Implementation Programme* e ao Centro de Tecnologia Climática (CTC).

h) Avaliação de impacto normativo da COP30 sobre o sistema PCT e os escritórios nacionais

Por fim, é preciso investigar como as diretrizes e compromissos da COP30 (ex.: reconhecimento de repositórios de dados como *digital commons*, exigências de FPIC) podem ser incorporados nos procedimentos do Tratado de Cooperação em Matéria de Patentes (PCT) e nas práticas dos principais escritórios (USPTO, EPO, INPI, CNIPA), especialmente no exame de pedidos de patente que envolvam coleta de dados oriundos de países em desenvolvimento ou territórios indígenas.

A explicitação desses elementos não esgota a agenda normativa, mas oferece roteiro para pesquisas futuras e para a atuação de formuladores de políticas, organizações internacionais e sociedade civil na construção de um regime de propriedade intelectual que alinhe IA, clima e justiça sustentável.

8 EIXOS ESTRATÉGICOS PARA A GOVERNANÇA DE PROPRIEDADE INTELECTUAL ORIENTADA À IA E AOS ODS

Enquanto a subseção 7.3 delineou elementos que demandam desenvolvimento normativo futuro em pesquisas e negociações, esta seção apresenta eixos estratégicos que podem ser adotados no curto prazo por escritórios de PI, organismos multilaterais e formuladores de políticas. Assim, com base na análise precedente, podem-se delinear alguns eixos para uma

agenda de governança multilateral de PI que maximize o potencial da IA para os ODS e a justiça climática.

8.1 Transparência e priorização em patentes verdes com IA

Em primeiro lugar, mecanismos de priorização e exame acelerado de patentes que combinam IA e tecnologias verdes podem ser ampliados, desde que acompanhados de critérios claros de elegibilidade e transparência. Escritórios de PI poderiam utilizar ferramentas de IA nas próprias buscas e exames para identificar patentes com contribuição significativa para ODS específicos (como 7, 9, 12 e 13), com vistas a programas de fast-track e incentivos regulatórios.

Ao mesmo tempo, bases de dados como a construída pela OMPI para patentes relacionadas aos ODS podem ser integradas a dashboards públicos que permitam a governos, sociedade civil e organismos internacionais acompanhar a evolução da inovação em IA aplicada à sustentabilidade, identificando lacunas em áreas como ODS 5, 14 e 15. Essa transparência pode informar decisões de financiamento, cooperação e regulação.

8.2 Modelos de licenciamento aberto e cooperativo

Em segundo lugar, a literatura aponta a utilidade de modelos de licenciamento aberto e acordos de P&D colaborativa para mitigar barreiras de acesso a tecnologias críticas, especialmente em saúde e clima. No domínio da IA, isso inclui não apenas patentes de hardware, mas também modelos de licenciamento de software livre ou de código aberto, bem como licenças que permitam o uso não exclusivo de modelos pré-treinados para fins de interesse público.

Durante a COP30, foi lançada a iniciativa multilateral “Acelerador de Implementação Global” (*Global Implementation Accelerator*), que inclui, entre seus pilares, o compromisso de países desenvolvidos e empresas de tecnologia de disponibilizarem, em termos preferenciais, tecnologias de IA

climática para países de baixa e média renda, por meio de licenciamento a custo reduzido ou via *patent pools*⁸ setoriais. Embora não vinculante, a iniciativa tem sido acompanhada por um grupo de trabalho da UNFCCC e da OMPI, que deve apresentar, até o fim de 2026, recomendações para harmonizar a transferência de tecnologia de IA climática com as flexibilidades existentes no sistema de patentes (como licenciamento compulsório para emergências climáticas, nos termos do artigo 31 do TRIPS). A COP30 também aprovou a criação de um mecanismo de transição justa (*Just Transition Mechanism*), que prevê, entre suas linhas de ação, o financiamento para capacitação técnica e infraestrutura digital em países em desenvolvimento, visando reduzir a dependência algorítmica e fortalecer a soberania digital

8.3 Compartilhamento de dados e soberania digital para o Sul Global

Em terceiro lugar, é fundamental a criação de repositórios de dados ambientais, climáticos, de biodiversidade, saúde e infraestrutura, com governança multissetorial e participação efetiva de comunidades locais e povos indígenas. Esses repositórios devem ser estruturados de maneira a respeitar direitos de dados sensíveis, proteger conhecimentos tradicionais e, ao mesmo tempo, fornecer base para desenvolvimento de modelos de IA adaptados a contextos locais.

Como visto na seção 7.2, a COP30 aprovou diretrizes que reconhecem os repositórios de dados climáticos como *digital commons*, com governança multissetorial, FPIC e licenciamento aberto. Adicionalmente, a Declaração Política dos Povos Indígenas da Bacia Amazônica, apresentada à COP30, exigiu o reconhecimento de direitos coletivos de autoria, pro-

⁸ *Patent pools* consistem em acordos de licenciamento coletivo nos quais múltiplos titulares reúnem patentes complementares em uma estrutura comum de gestão. Além de reduzir barreiras de acesso a tecnologias complexas, esses mecanismos vêm sendo dis- cutidos como instrumentos de política pública para ampliar a transferência de tecno- logias estratégicas, incluindo medicamentos, tecnologias climáticas e soluções digitais voltadas ao desenvolvimento sustentável.

priedade intelectual e governança sobre sistemas de conhecimento tradicionais, estabelecendo precedente importante para a interface entre dados, conhecimentos locais e IA climática. Embora essa demanda não tenha sido integralmente refletida nos textos finais, ela foi incorporada ao programa de trabalho da Presidência brasileira para o biênio 2026/2027, com reuniões periódicas entre representantes indígenas, WIPO e UNFCCC para desenhar protocolos de acesso e repartição de benefícios.

8.4 Salvaguardas contra viés algorítmico e discriminação

Por fim, regimes de PI e marcos regulatórios de IA precisam incorporar salvaguardas explícitas contra vieses algorítmicos e usos discriminatórios, especialmente em domínios sensíveis como crédito, saúde, segurança pública e políticas sociais. Isso implica exigir avaliações de impacto algorítmico, documentação de dados de treinamento, mecanismos de auditoria independente e canais de contestação para indivíduos e comunidades afetadas.

No que se refere à PI, há necessidade de equilibrar proteção de segredos comerciais e transparência técnica mínima para permitir escrutínio público, sobretudo quando sistemas de IA são utilizados em funções governamentais ou em serviços essenciais. Debates em curso sobre legislações de IA em diferentes países, inclusive no contexto de estratégias nacionais de IA, podem informar padrões internacionais que dialoguem com a Agenda 2030.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise do relatório OMPI 2024, em diálogo com a literatura acadêmica sobre IA, ODS, justiça climática e governança de dados, revela um quadro ambivalente. Por um lado, observa-se forte dinamismo inovativo em áreas como indústria, energia limpa, ação climática e consumo responsável, em que aplicações de IA desempenham papel central na otimização de processos, monitoramento ambiental e desenvolvimento de novos

produtos. Por outro, persistem lacunas importantes em ODS de natureza mais social (erradicação da pobreza, igualdade de gênero, vida na água e na terra), além de riscos sistêmicos bem documentados: vieses algorítmicos, colonialismo de dados, concentração de patentes em poucos países e o crescente recurso a segredos comerciais para blindar modelos de IA dificultando auditoria, adaptação local e transferência de tecnologia para o Sul Global.

A forma como a propriedade intelectual organiza incentivos e exclusividade sobre essas tecnologias não é um detalhe técnico secundário, mas um determinante central de quem se beneficia da IA e em que medida esses benefícios se alinham aos ODS. O relatório da OMPI fornece a base empírica, mas a leitura crítica aqui empreendida mostra que a mera existência de patentes “verdes” ou “relacionadas aos ODS” não garante sustentabilidade nem justiça distributiva.

Dado o escopo deste artigo, não se propuseram a esgotar as implicações normativas para a governança multilateral da PI. Em vez disso, a partir das oportunidades abertas pela COP 30 (Belém, 2025), identificaram-se e explicitaram-se os elementos necessários para que tais implicações possam ser desenvolvidas em futuras pesquisas e negociações. Conforme detalhado na subseção 7.3, esses elementos incluem: (i) o mapeamento sistemático das flexibilidades do TRIPS aplicáveis a tecnologias de IA climática; (ii) a harmonização entre as decisões da COP30 e os fóruns de PI (OMPI, OMC); (iii) a criação de mecanismos de licenciamento compulsório para emergências climáticas envolvendo IA; (iv) a introdução de exigências de transparência e suficiência descritiva ecológica em patentes verdes com IA; (v) a governança multissetorial de dados climáticos como bens públicos digitais, com respeito ao consentimento livre, prévio e informado (FPIC) de povos indígenas; (vi) o estímulo a modelos de licenciamento aberto responsável (RAIL, OpenRAIL); (vii) o fortalecimento de capacidades locais para auditoria algorítmica e soberania tecnológica no Sul Global; e (viii) a avaliação do impacto da COP30 sobre o sistema PCT e os escritórios nacionais de patentes.

Esses oito elementos não formam um programa acabado, mas um roteiro mínimo para que a governança da PI deixe de ser um obstáculo silencioso e passe a atuar como alavanca para uma IA a serviço do desenvolvimento sustentável. Paralelamente, a seção 8 sintetiza eixos estratégicos de curto prazo — como transparência em patentes verdes, licenciamento aberto, compartilhamento de dados e salvaguardas contra vieses — que podem ser adotados desde já por escritórios de PI, organismos multilaterais e formuladores de políticas.

A COP30 demonstrou que é possível colocar a tecnologia e a inovação no centro da agenda climática. Falta, porém, traduzir as declarações de princípio em regras operacionais nos tratados de PI, nos exames de patentes e nos mecanismos de transferência de tecnologia. Se a Agenda 2030 ainda tem chance de ser resgatada, mesmo diante do avanço tão aquém do esperado, isso exigirá que a próxima década não repita os erros do passado: inovação sem acesso, patentes sem transparência, IA sem prestação de contas.

A identificação dos elementos aqui apresentados, juntamente com os eixos estratégicos propostos, é um convite à pesquisa aplicada e à ação multilateral. Cumpriu-se, assim, o propósito do artigo: conectar inteligência artificial, propriedade intelectual e Objetivos do Desenvolvimento Sustentável — não para oferecer respostas definitivas, mas para delimitar as perguntas normativas e os caminhos de investigação que não podemos mais adiar.

REFERÊNCIAS

AL QUDAH, S. M. A.; FUENTES BARGUES, J. L.; FERRER GISBERT, P.; AL-AB-DALLAT, H. N. AIDriven Risk Management to Promote SDGs? An Exploratory Study in Jordan Construction Sector. **Sustainable Development**, v. 33, n. S1, p. 11071123, 2025. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/sd.3534>. Acesso em: 18 abr. 2026.

ANADON, Laura Diaz et al. Making technological innovation work for sustainable development. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS)**, Washington, DC, v. 113, n. 35, p. 96829690, 2016. DOI: 10.1073/pnas.1525004113. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5024592/>. Acesso em: 25 abr. 2026.

ARMSTRONG, C. S. et al. Patent disclosures, examiners, and greenwashing. **Stanford Graduate School of Business Working Paper**, Stanford, Dec. 2025. Disponível em: <https://www.gsb.stanford.edu/faculty-research/working-papers/patent-disclosures-examiners-greenwashing>. Acesso em: 26 maio 2026.

BATISTA-PRITCHARD, Livia Regina. Climate justice in the intersection between the CBDR&RC principle and intellectual property rights: a critical reading of international cooperation. **Journal of Global Ethics**, Abingdon, v. 20, n. 2, p. 179194, 2024. DOI: 10.1080/17449626.2024.2367409. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/10.1080/17449626.2024.2367409>. Acesso em: 22 abr. 2026.

BECK REED RIDEN LLP. Verbatim recall in LLMs: a new study raises important questions for trade secret protection. **Mondaq**, 20 abr. 2026. Disponível em: <https://www.mondaq.com/unitedstates/trade-secrets/1774892>. Acesso em: 26 maio 2026.

BURK, D. L. Algorithmic fairness and intellectual property. **University of Illinois Law Review**, Champaign, v. 2021, n. 1, p. 148, 2021.

CHAMBERS AND PARTNERS. The “Green Patent” fast track. **Chambers and Partners**, London, [s.d.]. Disponível em: <https://chambers.com>. Acesso em: 26 maio 2026.

COCKBURN, I.; HENDERSON, R.; STERN, S. The impact of artificial intelligence on innovation: an exploratory analysis. In: AGRAWAL, A.; GANS, J.; GOLDFARB, A. (org.). **The Economics of Artificial Intelligence: An Agenda**. Chicago: University of Chicago Press, 2019. p. 115146.

CRAWFORD, Kate. **Atlas of AI**. New Haven: Yale University Press, 2021.

D’ADAMO, Idiano et al. Economic performance, environmental protection and social progress: a cluster analysis comparison towards sustainable development. **Sustainability**, Basel, v. 16, n. 12, 5049, 2024. DOI: 10.3390/su16125049. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su16125049>. Acesso em: 25 abr. 2026.

GUERRA M. E SILVA, R.; VASCONCELLOS, A. G.; GUERRANTE, R.; FONSECA, E.; Salles Filho, S. L. M. (2023) A Proteção Patentária de Invenções Geradas e Assistidas Pela Inteligência Artificial: uma abordagem das diretrizes de exame de mérito (Patent Protection of Inventions Generated and Assisted by Artificial Intelligence: IP offices’ patente guidelines). In XX Latin-Ibero-American Congress of Technological Management and Innovation - ALTEC, 2023: Science, technolo-

gy and innovation challenges in digital transformation”/ compilation of contributions – 1st ed. – Latin-Ibero-American Association of Technological Management and Innovation (ALTEC), 2123-2132. Argentina 2023.

GHOZALI, I. F. Decolonizing Algorithms: Artificial Intelligence Bias and Digital Colonialism in Global South AI Governance. **Jurnal Nawala Politika**, v. 3, n. 1, p. 7792, 2025. Disponível em: <https://ejournal4.unud.ac.id/index.php/nawala/article/view/342>. Acesso em: 22 abr. 2026.

GIKAY, A. Trade secrecy in automated decisions: against the myth of irreconcilability and the imposition of patents. **Journal of Intellectual Property Law & Practice**, Oxford, v. 20, n. 8, p. 552561, 2025. DOI: 10.1093/jiplp/jpaf038.

GOH, H.H.; VINUESA, R. Regulating artificialintelligence applications to achieve tsustainabledevelopment goals. **Discover Sustainability**, [s.l.], v. 2, n. 52, 2021. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8628838/>. Acesso em: 18 abr. 2026.

GORON, G. M.; CHERECHES, R. M. AI in healthcare: mapping Romania’s transition from research to intellectual property & industry solutions. **Biomedizinische Technik / Biomedical Engineering**, Berlin, v. 71, n. 2, p. 151162, 2026. Disponível em: <https://www.degruyterbrill.com/document/doi/10.1515/bmt-2025-0219/html>. Acesso em: 19 abr. 2026.

GUERRANTE, R.S. (2024) Propriedade Intelectual na era da IA: ferramentas, desafios e colaborações. (Intellectual Property in the Age of AI: tools, challenges and collaborations) In: MURTA, Camila (Org.) **O Uso da Inteligência Artificial e a Inclusão Digital nos Serviços Públicos** (The Use of Artificial Intelligence and Digital Inclusion in Public Services). São Paulo, Bookba, 2024, v.1, p. 225-262.

GUO, Huadong; HUANG, Lei; LIANG, Dong. Further promotion of sustainable development goals using science, technology, and innovation. **The Innovation**, Cambridge, v. 3, n. 6, e100325, 2022. DOI: 10.1016/j.xinn.2022.100325. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9525909/>. Acesso em: 25 abr. 2026.

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL (INPI). **Minuta das Diretrizes de Exame de Pedidos de Patente Relacionados à Inteligência Artificial**. Rio de Janeiro: INPI, 2025a.

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL (INPI). **Consulta Pública – Consolidação das Contribuições às Diretrizes de Exame de Pedidos de Patente Relacionados à Inteligência Artificial**. Rio de Janeiro: INPI, 2025b.

HUSSAIN, S. A.; BRESNAHAN, M.; ZHUANG, J. Can artificial intelligence revolutionize healthcare in the Global South? A scoping review of opportunities and challenges. **Digital Health**, London, v. 11, p. 118, 2025. DOI: 10.1177/20552076251348024. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/20552076251348024>. Acesso em: 22 abr. 2026.

IMTIAZ, A.; YUANYING, C.; SHAHZAD, M. F. et al. Mapping the intellectual structure of green economy and sustainability: a bibliometric analysis of global research trends and policies. **Cogent Economics & Finance**, v. 13, n. 1, e2507135, 2025. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/23322039.2025.2507135>. Acesso em: 19 abr. 2026.

ISABELLE, Diane A.; WESTERLUND, Mika. A review and categorization of artificial intelligence-based opportunities in wildlife, ocean and land conservation. **Sustainability**, Basel, v. 14, n. 4, 1979, 2022. DOI: 10.3390/su14041979. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su14041979>. Acesso em: 25 abr. 2026.

JAMEEL, Sadaf. AI ethics and bias in algorithmic decision-making: a cross-disciplinary perspective. **MRCIS Journal**, [s.l.], 2024. DOI: 10.71465/mrcis79. Disponível em: <https://mrcis.org/index.php/journal/article/view/79>. Acesso em: 22 abr. 2026.

JEE, S. J. et al. Making intellectual property rights work for climate technology transfer and innovation in developing countries. **arXiv preprint**, 2024. Disponível em: <https://arxiv.org/pdf/2408.12338.pdf>. Acesso em: 18 abr. 2026.

KAKRABA, S.; AGYEMANG, E. F.; SRIVASTAV, S. K. Cognitive sovereignty and decolonial public health: reclaiming epistemic authority in the global AI era. **Frontiers in Public Health**, Lausanne, v. 14, 1785170, 2026. DOI: 10.3389/fpubh.2026.1785170. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fpubh.2026.1785170>. Acesso em: 22 abr. 2026.

KASINATHAN, Pandian et al. Realization of sustainable development goals with disruptive technologies by integrating Industry 5.0, Society 5.0, smart cities and villages. **Sustainability**, Basel, v. 14, n. 22, 15258, 2022. DOI: 10.3390/su142215258. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su142215258>. Acesso em: 25 abr. 2026.

LEAL FILHO, W. et al. Deploying digitalisation and artificial intelligence in sustainable development research. **Environment, Development and Sustainability**, Dordrecht, v. 25, n. 6, p. 49574988, 2023. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8927747/>. Acesso em: 18 abr. 2026.

LEITE, Érica de Holanda; OLIVEIRA, Gabriela de Souza; MÜLLER, Karina Haidar; GUERRANTE, Rafaela Di Sabato. O Ciclo da Propriedade Intelectual em Ação: da Inovação à Sustentabilidade. **Revista da ABPI**, Brasília, 2025, p. 26. Ed. especial Diálogos para Sustentabilidade, COP30.

LIU, Na et al. Mapping technological innovation dynamics in artificial intelligence domains: Evidence from a global patent analysis. **PLoS One**, San Francisco, v. 16, n. 12, e0262050, 2021. DOI: 10.1371/journal.pone.0262050. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0262050>. Acesso em: 25 abr. 2026.

LUO, Yusen; XU, Liang; WU, Chao. Effects of environmental regulation and intellectual property protection on green technological innovation: evidence from China. **SAGE Open**, Thousand Oaks, v. 15, n. 1, p. 116, 2025. DOI: 10.1177/21582440251323433. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/21582440251323433>. Acesso em: 25 abr. 2026.

MOHAMMADI, Navid; MAGHSOUDI, Mehrdad; SOGHI, Mahdi. Innovation ecosystems in retail: uncovering technological trends and collaboration networks through patent mining. **IEEE Access**, v. 12, p. 186753186778, 2024. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/10792909/>. Acesso em: 22 abr. 2026.

NLO (NEDERLANDSE ORDE VAN ADVOCATEN). Protecting AI innovations: patents, trade secrets, or both? **NLO News**, Den Haag, 12 mar. 2026. Disponível em: <https://www.nlo.eu/en/news/protecting-ai-innovations-patents-trade-secrets-or-both>. Acesso em: 26 maio 2026.

OECD. **Tools for trustworthy and responsible AI innovation**: Responsible AI Licences. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development, 2024.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima**. Nova Iorque: ONU, 1992.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Transformando nosso mundo**: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Resolução A/RES/70/1, adotada em 25 set. 2015. Nova Iorque: ONU, 2015. Disponível em: <https://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N15/291/89/PDF/N1529189.pdf>. Acesso em: 18 abr. 2026.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Acordo de Paris**. Paris: ONU, 2015.

PAEK, Seungoh; KIM, Narae. Analysis of worldwide research trends on the impact of artificial intelligence in education. **Sustainability**, Basel, v. 13, n. 14, 7941, 2021.

DOI: 10.3390/su13147941. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su13147941>. Acesso em: 25 abr. 2026.

PALOMARES, Iván et al. A panoramic view and SWOT analysis of artificial intelligence for achieving sustainable development goals by 2030: progress and prospects. **Applied Intelligence**, Dordrecht, v. 51, n. 9, p. 6497-6527, 2021. DOI: 10.1007/s10489-021-02264-y. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10489-021-02264-y>. Acesso em: 25 abr. 2026.

PREZIOSI, G.; GUERRANTE, R.S. (2024) Espelhos Digitais: refletindo e corrigindo os vieses na Inteligência Artificial. (Digital Mirrors: reflecting and correcting biases in artificial intelligence) **Plurale em Revista**, n. 88, p. 14-15.

QIAN, Z. The Economic Impact of Artificial Intelligence as a General Purpose Technology and Its Innovations in Economic Research. **International Journal of Computer Science and Information Technology**, [s.l.], v. 7, n. 1, p. 115, 2025. Disponível em: <https://wepub.org/index.php/IJCSIT/article/view/5066>. Acesso em: 18 abr. 2026.

RAIL (RESPONSIBLE AI LICENSE). **About RAIL licenses**. [S.l.], 2023. Disponível em: <https://www.licenses.ai/>. Acesso em: 26 maio 2026.

REGILME, Salvador Santino F. Artificial intelligence colonialism: environmental damage, labor exploitation, and human rights crises in the Global South. **SAIS Review of International Affairs**, Baltimore, v. 44, n. 2, p. 7592, 2024. DOI: 10.1353/sais.2024.a950958. Disponível em: <https://muse.jhu.edu/article/950958>. Acesso em: 22 abr. 2026.

REY, A. Beyond the Paris Agreement: Intellectual Property, Innovation Policy, and Climate Justice. **Laws**, Basel, v. 8, n. 1, p. 120, 2019. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2075-471X/8/1/7>. Acesso em: 18 abr. 2026.

RIMMER, Matthew. Beyond the Paris Agreement: intellectual property, innovation policy, and climate justice. **Laws**, Basel, v. 8, n. 1, art. 7, 2019. DOI: 10.3390/laws8010007. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/laws8010007>. Acesso em: 25 abr. 2026.

SCIENCEDIRECT. Accelerated green patent examination and innovation benefits: an analysis of private economic value and public environmental benefits. **Journal of Cleaner Production**, Amsterdam, v. 425, 138964, 2023. DOI: 10.1016/j.jclepro.2023.138964.

SHAWOO, Zoha; THORNTON, Thomas F. The UN local communities and indigenous peoples' platform: a traditional ecological knowledge-based evaluation. **Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change**, Hoboken, v. 10, n. 3, e575, 2019. DOI: 10.1002/wcc.575. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/wcc.575>. Acesso em: 25 abr. 2026.

TANG, Kai Yu; HSIAO, Chun Hua; HWANG, Gwo Jen. A scholarly network of AI research with an information science focus: Global North and Global South perspectives. **PLoS One**, San Francisco, v. 17, n. 4, e0266565, 2022. DOI: 10.1371/journal.pone.0266565. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0266565>. Acesso em: 25 abr. 2026.

TUGANOVA, Regina et al. Relationships between patenting trends and research activity for green energy technologies. **arXiv preprint**, arXiv:2210.09611, 2022. DOI: 10.48550/arXiv.2210.09611. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2210.09611>. Acesso em: 25 abr. 2026.

UNCTAD. **Technology and Innovation Report 2025: Inclusive Artificial Intelligence for Development**. Geneva: United Nations Conference on Trade and Development, 2025.

UNIÃO EUROPEIA. Diretiva 96/9/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 11 de março de 1996, relativa à proteção jurídica das bases de dados. **Jornal Oficial das Comunidades Europeias**, Luxemburgo, L 77, p. 20-28, 27 mar. 1996. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX:31996L0009>. Acesso em: 14 jun. 2026.

VEGA, A. et al. Measuring AI Integration as a General Purpose Technology with PatentBased Analysis. In: 2025 IEEE International Conference on Emerging Technologies, 2025. **Anais [...]**. [S.l.]: IEEE, 2025. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/11371978>. Acesso em: 18 abr. 2026.

VINUESA, R. et al. The role of artificial intelligence in achieving the Sustainable Development Goals. **Nature Communications**, London, v. 11, n. 1, p. 233, 2020. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41467-019-14108-y>. Acesso em: 18 abr. 2026.

VIRTUOSITY LEGAL. AI-generated green inventions: who owns the IP for AI-driven sustainability solutions? **Virtuosity Legal**, 30 Apr. 2025. Disponível em: <https://virtuositylegal.com/ai-generated-green-inventions-who-owns-the-ip-for-ai-driven-sustainability-solutions/>. Acesso em: 26 maio 2026.

WARGANEGARA, Muhd Rafli Ramadhan. Shifting from ‘AI solutions’ to ‘AI coloniality’: resignification of artificial intelligence and digital apartheid. **Global South Review**, v. 6, n. 1, 2024. DOI: 10.22146/globalsouth.94333. Disponível em: <https://journal.ugm.ac.id/globalsouth/article/view/94333>. Acesso em: 22 abr. 2026.

WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION (WIPO). Mapping Innovations: Patents and the Sustainable Development Goals. Geneva: **WIPO**, 2024. DOI: 10.34667/tind.49301. Disponível em: <https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo-pub-rn2024-18-en-mapping-innovations.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2026.

WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION (WIPO). Intellectual property offices and sustainable innovation: implementing the SDGs in national intellectual property systems. Geneva: **WIPO**, 2023. Disponível em: <https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo-pub-rn2023-2-en-intellectual-property-offices-and-sustainable-innovation.pdf>. Acesso em: 26 maio 2026.

WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION (WIPO). WIPO GREEN: the marketplace for sustainable technology. Geneva: **WIPO**, [s.d.]. Disponível em: <https://www3.wipo.int/wipogreen/en/>. Acesso em: 25 abr. 2026.

WRIGHT, S. From patents to privacy: the strategic turn toward trade secrets in the AI era. **Berkeley Technology Law Journal Blog**, Berkeley, 30 dez. 2025. Disponível em: <https://btlj.org/2025/12/from-patents-to-privacy-the-strategic-turn-toward-trade-secrets-in-the-ai-era/>. Acesso em: 26 maio 2026.

YAO, Lei et al. The impact of intellectual property demonstration policies on carbon emission efficiency. **Scientific Reports**, London, v. 14, art. 15336, 2024. DOI: 10.1038/s41598-024-66372-8. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11222416/>. Acesso em: 25 abr. 2026.

ZHANG, Dong; HUANG, Rui; LIN, Chaoran. WIPO initiative of transforming traditional resources and sharing rights: an evolutionary game analysis and a Chinese context. **PLoS One**, San Francisco, v. 19, n. 5, e0297885, 2024. DOI: 10.1371/journal.pone.0297885. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0297885>. Acesso em: 25 abr. 2026.

ZHANG, Y. A Progress Report on the Economics of Artificial Intelligence: Impacts, Challenges, and Future Directions. **Journal of Economic Analysis**, v. 4, n. 4, p. 135, 2025. Disponível em: <https://www.anserpress.org/journal/jea/4/4/126>. Acesso em: 18 abr. 2026.

ALÉM DO ALGORITMO: SOBERANIA DE DADOS E *HARDWARE* RESILIENTE PARA UMA IA TROPICAL (2015–2025)

Marcelle Carolina Caetano Coelho¹
Myriam Linda Souza Dias²

RESUMO

Este estudo, estruturado como revisão sistemática crítica seguida de proposição teórica integrativa, com recorte temporal de 2015 a 2025, analisa as falhas operacionais da Inteligência Artificial (IA) em ecossistemas tropicais, demonstrando que o emprego de modelos exógenos resulta em decréscimos acentuados na acurácia preditiva, fenômeno denominado Domain Shift, e que o hardware está sujeito, por hipótese fundamentada na literatura de biocorrosão industrial, a degradação acelerada por mecanismos análogos de cinética fúngico-bacteriana e por estresse térmico ciclável, condição aqui conceitualizada como Entropia de Hardware e proposta como agenda de validação empírica direcionada. Adicionalmente, o alto custo energético do *Deep Learning*, que pode atingir 656 MWh (656.347 kWh) por ciclo de treinamento, impõe desafios estruturais de sustentabilidade cujo impacto contradiz os próprios objetivos do monitoramento ambiental. Em resposta a esse diagnóstico, propõe-se o framework da Ciência de Dados Tropical, fundamentado em três pilares interdependentes: datasets nativos e ecologicamente representativos; hardware resiliente baseado em arquiteturas *TinyML* e RISC-V; e governança algorítmica soberana, ancorada nos princípios CARE e no marco regulatório brasileiro. O objetivo central é promover a transição do Brasil de exportador passivo de dados brutos para custodiante de uma infraestrutura digital autônoma, capaz de

¹ Mestranda, IBEx – Instituto de Biologia do Exército. E-mail: marcellecarolina15@gmail.com.

² Bacharel em Ciências Biológicas com ênfase em Biotecnologia, UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro. E-mail: myrianlindasouzadias@gmail.com.

garantir a eficácia da vigilância ambiental e a soberania tecnológica nacional no ciclo pós-COP30.

Palavras-chave: inteligência artificial; ciência de dados tropical; hardware resiliente; soberania tecnológica; sustentabilidade hídrica.

1 INTRODUÇÃO

A crise climática manifesta-se como uma realidade estocástica em que secas extremas e incêndios florestais desafiam os paradigmas da modelagem convencional (Aragão *et al.*, 2018; GIL *et al.*, 2019; Mapbiomas, 2024). Embora a Inteligência Artificial (IA) seja frequentemente apresentada como solução natural para a gestão de crises ambientais, sua aplicação em ecossistemas tropicais revela vulnerabilidades que a literatura especializada ainda trata de maneira dispersa (Rolnick *et al.*, 2022). A primeira dessas vulnerabilidades tem origem geográfica: modelos de aprendizado profundo treinados predominantemente em dados do Hemisfério Norte perdem substancial capacidade preditiva quando confrontados com a morfologia vegetal e os regimes hidrológicos brasileiros (Malhi *et al.*, 2008; NOBRE *et al.*, 2016), gerando um desvio de domínio (*Domain Shift*) que reduz drasticamente a acurácia dos modelos (Tuia *et al.*, 2016). Esse desvio, amplamente discutido em geociências (Bergen *et al.*, 2019; Gil *et al.*, 2019; Huntingford *et al.*, 2019; Reichstein *et al.*, 2019), inviabiliza decisões críticas de gestão territorial caso não haja adaptação ao contexto local. Neste trabalho, o termo “exógeno” abrange, em sentido amplo, qualquer modelo, dado ou infraestrutura tecnológica concebido fora do contexto biofísico, cultural e jurídico brasileiro.

A segunda vulnerabilidade é de natureza material. Sensores e micro-controladores implantados em campo estão, segundo hipótese desenvolvida neste estudo a partir de mecanismos de biocorrosão documentados em outros contextos, sujeitos a degradação acelerada quando expostos à umidade persistente acima de 90%, à estresse térmico ciclável característico do Cerrado (Santos *et al.*, 2022), condições que este estudo agrupa, em caráter propositivo, sob o conceito de Entropia de Hardware. O resultado mais crí-

tico desse processo são as falhas silenciosas de monitoramento, chamadas de “apagões de dados” que tendem a ocorrer precisamente durante eventos climáticos extremos, quando a integridade dos sistemas é mais exigida. Tal hipótese alinha-se aos desafios de confiabilidade reconhecidos na literatura de hardware de borda, incluindo variações de processo e degradação progressiva de componentes (Ray, 2022).

A esses dois vetores de fragilidade operacional acrescenta-se um terceiro complicador, de ordem ética: o custo energético do *Deep Learning*. Treinar um único modelo de grande escala consome até 656 MWh (656.347 kWh) por sessão, emitindo carbono equivalente a cinco vezes o ciclo de vida de um automóvel médio (Strubell; Ganesh; Mccallum, 2019). A infraestrutura de computação global associada ao *Deep Learning* impõe, assim, um custo ambiental e uma pegada de carbono significativos (Dhar, 2020). Essa equação coloca em xeque os próprios objetivos que motivam o monitoramento ambiental, configurando um paradoxo reconhecido pela literatura especializada em sustentabilidade algorítmica (Kaack *et al.*, 2022; Rolnick *et al.*, 2022).

É nesse cenário que a COP30, sediada em Belém em 2025, adquire uma dimensão que ultrapassa a diplomacia climática convencional. Por décadas, o Brasil cedeu o controle sobre a interpretação e a governança de seus próprios dados ambientais a centros de processamento estrangeiros, ocupando o lugar paradoxal de exportador passivo de dados brutos sobre um bioma que se aproxima de um ponto de não retorno ecológico (Lovejoy; Nobre, 2018). Reverter essa assimetria exige domínio integral da cadeia tecnológica, desde o treinamento de modelos adaptados à realidade biofísica nacional — mitigando o impacto ecológico direto do processamento de IA (Kaack *et al.*, 2022) — até a implementação de infraestruturas de arrefecimento de data centers baseadas em economia circular hídrica.

Em resposta a esse diagnóstico, o presente estudo revisita a literatura do período 2015–2025 para propor o framework da Ciência de Dados Tropical. Essa abordagem busca integrar soluções de aprendizado de máquina voltadas à mitigação das mudanças climáticas (Rolnick *et al.*, 2022) com a robustez física e a soberania jurídica sobre os dados nacionais. O objetivo

é transformar o Brasil de um simples fornecedor de matéria-prima digital em legítimo custodiante da inteligência gerada a partir de sua própria biodiversidade, assegurando que esse ativo estratégico de alto valor permaneça sob controle nacional no ciclo que se abre após a COP30.

2 METODOLOGIA

A lacuna na literatura científica acerca da convergência entre Inteligência Artificial, resiliência de hardware e governança de dados em biomas tropicais impulsionou esta investigação. A presente pesquisa configura-se como uma revisão sistemática crítica de natureza híbrida. A etapa de revisão, apresentada na Seção 3, mapeia evidências empíricas já estabelecidas na literatura, ao passo que as Seções 4 a 6 constituem proposição teórica integrativa dos autores, fundamentada nessas evidências mas não diretamente extraída delas. O processo metodológico foi conduzido em seis etapas distintas, inspiradas nas diretrizes PRISMA, buscando assegurar transparência e reprodutibilidade na medida do escopo deste estudo. Os dados primários coletados foram tratados em conformidade com os princípios FAIR (*Findable, Accessible, Interoperable, and Reusable*) (Wilkinson *et al.*, 2016), garantindo rastreabilidade e reusabilidade das evidências. Tal robustez procedimental revelou-se indispensável para cartografar, com precisão auditável, as evidências de um campo que, apesar de sua relevância estratégica para a soberania tecnológica, ainda carece de sistematização crítica na literatura especializada.

2.1 Protocolo de Busca e Amostragem

A coleta de dados foi realizada nas três principais bases científicas de alto impacto da área: ScienceDirect, IEEE Xplore e ACM Digital Library, cobrindo o recorte temporal de 2015 a 2025. Os descritores utilizados, em combinações booleanas, foram estruturados em torno de três eixos principais: confiabilidade de hardware em borda (*edge computing reliability*), hidrologia estocástica e monitoramento ambiental, e soberania digital no Sul Global.

2.2 Critérios de Inclusão e Refinamento

Do corpus inicial de 80 artigos identificados, aplicou-se um filtro de qualidade técnica que priorizou estudos com validação empírica e métricas explícitas de desempenho, excluindo-se majoritariamente trabalhos teóricos sem variáveis biofísicas de ambientes de alta entropia. Após essa triagem, a amostra foi refinada para 55 estudos fundamentais, que oferecem o suporte técnico necessário para a análise de desvios de domínio em sensoriamento remoto e hidrologia (Ma *et al.*, 2019; Sit *et al.*, 2020), bem como da resiliência do hardware de borda (Ray, 2022; Shafique *et al.*, 2021). Os critérios quantitativos de exclusão por etapa, incluindo identificação, triagem e elegibilidade, não foram registrados em fluxograma formal, o que constitui limitação metodológica deste estudo.

2.3 Integração de Dados Institucionais

Para alinhar a revisão acadêmica à realidade operacional brasileira, a metodologia incorporou dados consolidados de monitoramento de infra-estrutura e mapeamento de biomas, obtidos a partir de relatórios técnicos da Siemens Energy e dos dados de desmatamento acumulado disponibilizados no Relatório Anual de Desmatamento 2023 do MapBiomas (Siemens Energy, 2024; Mapbiomas, 2024). Essa integração permitiu confrontar a teoria algorítmica com os desafios logísticos concretos da coleta de dados em tempo real, especialmente no contexto operacional que se inaugura no ciclo pós-COP30.

2.4 Sistematização das Evidências

Os dados extraídos foram categorizados por análise comparativa e distribuídos em três eixos temáticos que se complementam: os gargalos de hardware identificados em campo, as limitações impostas por modelos exógenos ao contexto tropical e os marcos regulatórios emergentes de soberania digital. Essa estrutura tripartite embasou a formulação do *framework* de Ciência de Dados Tropical proposto nas seções subsequentes.

2.5 Descritores e Estratégia de Busca

Para assegurar a abrangência e a reprodutibilidade da amostra, a estratégia de busca utilizou combinações de termos em português e inglês, estruturados em torno dos três eixos temáticos da pesquisa. Os descritores completos e suas combinações booleanas estão sistematizados na Tabela 1.

Tabela 1 – Matriz de descritores da pesquisa

Eixo Temático	Descritores (PT)	Search Terms (EN)
Infraestrutura	Hardware Resiliente, Borda, Biocorrosão	<i>Resilient Hardware, Edge Computing, Biocorrosion</i>
Inteligência	IA Tropical, TinyML, Redes de Grafos	<i>Tropical AI, TinyML, Graph Neural Networks</i>
Soberania	Governança de Dados, Soberania Digital	<i>Data Governance, Digital Sovereignty</i>
Sustentabilidade	Economia Circular Hídrica, COP30	<i>Water Circular Economy, Cooling Systems</i>

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

2.6 Critérios de Elegibilidade

O refinamento do corpus seguiu critérios rigorosos para garantir a atualidade e a relevância das evidências, com recorte temporal delimitado ao período 2015–2025. Foram priorizados estudos que apresentavam resultados de testes de estresse em hardware eletrônico sob condições tropicais, modelos de Inteligência Artificial aplicados a séries temporais de bacias hidrográficas brasileiras ou discussões substantivas sobre o marco legal da IA no Brasil, com destaque para o Projeto de Lei 2338/2023. Em contrapartida, foram excluídos trabalhos de revisão narrativa sem base estatística, bem como pesquisas centradas em biomas de clima temperado cuja transferência de domínio para o contexto brasileiro fosse considerada tecnicamente inviável sem adaptação prévia.

O corpus científico resultante é composto por 55 fontes publicadas entre 2015 e 2025, abrangendo artigos de periódicos, trabalhos em conferências revisadas por pares, um livro técnico e dois *preprints*. Convém esclarecer que referências de natureza legal, institucional ou técnica foram incorporadas para fins de contextualização e suporte regulatório, sem integrar o recorte analítico da revisão sistemática.

3 RESULTADOS E DIAGNÓSTICO TÉCNICO-CIENTÍFICO

A análise sistemática dos 55 estudos selecionados permitiu identificar três eixos recorrentes de vulnerabilidade operacional da IA em ecossistemas tropicais: o alto custo energético do Deep Learning, a degradação acelerada do hardware em campo e o desvio de domínio imposto por modelos exógenos. Os achados de cada eixo são apresentados nas subseções a seguir.

3.1 Custo Energético e o Paradigma TinyML

O treinamento de modelos massivos em Processamento de Linguagem Natural e Visão Computacional exige sessões computacionais intensivas. Estimativas de referência, ainda que datadas de modelos de Processamento de Linguagem Natural anteriores à atual geração de modelos de fronteira, apontavam custo energético de até 656 MWh por ciclo de treinamento (Strubell; Ganesh; McCallum, 2019). É plausível que modelos contemporâneos de maior escala apresentem consumo substancialmente superior, ainda que dados públicos e auditáveis sobre essas cifras permaneçam escassos. Esse custo é especialmente relevante em arquiteturas de grande escala, como as redes residuais (He *et al.*, 2016) e os modelos baseados em Transformers (Vaswani *et al.*, 2017; Dosovitskiy *et al.*, 2021), cujos fundamentos foram estabelecidos pelo *Deep Learning* (Lecun; Bengio; Hinton, 2015). A pegada de carbono da IA tornou-se um gargalo ético de primeira ordem: estima-se que o treinamento de um único modelo de linguagem de grande escala gere uma pegada de carbono da ordem de 300.000 kg de CO₂, equivalente a 125 voos de ida e volta entre Nova York e Pequim (Dhar, 2020). A contradição é especialmente

séria quando o propósito declarado da tecnologia é, justamente, a preservação ambiental.

Em resposta a esse paradoxo, o *TinyML* emerge como alternativa estrutural (Warden; Situnayake, 2019). Por meio de técnicas como o Pruning, que consiste na poda de neurônios redundantes da rede neural, e a Quantização, que reduz a precisão aritmética bit a bit sem comprometer a acurácia crítica do modelo, torna-se possível realizar inferência local em microcontroladores de baixíssimo consumo energético, como o ESP32 ou o ARM Cortex-M, eliminando a dependência de nuvens globais (Mao *et al.*, 2017; Ray, 2022; Shafique *et al.*, 2021; Shi *et al.*, 2016). Essa descentralização operacional materializa o conceito de Inteligência de Borda Resiliente: em vez de transmitir gigabytes de dados brutos via satélite, o dispositivo processa a informação in loco e envia apenas o alerta crítico ao servidor central, reduzindo drasticamente a latência e prolongando a vida útil das baterias em condições de campo (Ray, 2022; Shafique *et al.*, 2021).

Tabela 2 – Comparativo técnico: Cloud AI versus TinyML
(Edge Computing)

Parâmetro	Cloud-Based AI (Modelos Exógenos)	TinyML (Ciência de Dados Tropical)	Impacto na Gestão Ambiental
Consumo Energético	Elevado (~656 MWh/treino)	Baixíssimo (<1 Wh/inferência)	Redução drástica da pegada de carbono
Latência de Resposta	Segundos/Minutos	Milissegundos	Resposta imediata a focos de incêndio
Custo de Transmissão	Alto (satelital constante)	Mínimo (alertas críticos)	Viabilidade econômica em áreas remotas
Resiliência de Dados	Vulnerável a apagões de rede	Operação autônoma e local	Integridade do monitoramento 24/7
Hardware Requerido	GPUs/TPUs de alto desempenho	Microcontroladores (ESP32/RISC-V)	Baixo custo de implementação em escala

Fonte: elaborado pelos autores com base em ordens de grandeza discutidas na literatura de *TinyML* (Shafique *et al.*, 2021; Warden; Situnayake, 2019)

3.2 Degradação Física e Mecanismos de Falha

Cabe ressaltar, de início, que a literatura sobre biocorrosão referenciada nesta seção foi desenvolvida majoritariamente em contextos industriais e biológicos, não em eletrônica de campo. O que se segue é, portanto, uma extrapolação teórica dos autores, não um achado direto da revisão. Nesse sentido, a umidade relativa superior a 90% constitui um vetor relevante, condição persistente em biomas como a Amazônia (Lovejoy; Nobre, 2018). A literatura sobre biocorrosão demonstra que microrganismos, sobretudo bactérias redutoras de sulfato, participam ativamente da aceleração de processos eletroquímicos de dissolução metálica, por meio da formação de biofilmes que modificam a interface metal/solução e induzem reações anódicas e catódicas (Santos *et al.*, 2022). É plausível supor que princípios semelhantes de biodegradação eletroquímica possam afetar componentes eletrônicos expostos a condições de alta umidade no campo, ainda que essa aplicação específica a placas de circuito impresso e estratégias de mitigação como revestimentos protetores ainda careçam de validação direcionada na literatura de hardware tropical, uma lacuna que este estudo identifica como agenda de pesquisa prioritária.

A esses desafios de natureza química somam-se as condições de estresse térmico ciclável características do Cerrado, que figuram entre os fatores genéricos de confiabilidade reconhecidos na literatura de hardware de borda, ao lado de variações de processo de fabricação e envelhecimento de componentes (Ray, 2022). Fica evidente, portanto, que a resiliência do hardware não é um requisito periférico, mas a base física sobre a qual repousa a acurácia dos modelos: sem suporte material capaz de resistir à entropia tropical, os ganhos de desempenho do Deep Learning permanecem inaplicáveis nas condições reais de campo.

3.3 Domain Shift e Estratégias de Adaptação

O erro operacional decorre da divergência de covariáveis (*covariate shift*) entre o domínio de treinamento e o domínio de aplicação (Pan; Yang, 2010), como ocorre ao confrontar modelos treinados em florestas tempe-

radas do Hemisfério Norte com a complexidade vegetal e climática dos biomas tropicais brasileiros (Nobre *et al.*, 2016). Essa incompatibilidade estrutural compromete desde a segmentação de copas por Visão Computacional até a modelagem de séries hidrológicas com regimes de precipitação radicalmente distintos dos padrões europeus e norte-americanos.

Para mitigar o *Domain Shift*, duas abordagens complementares revelam-se indispensáveis. A primeira consiste no *Transfer Learning* com *fine-tuning* em *datasets* nativos, estratégia amplamente documentada por Weiss, Khoshgoftaar e Wang (2016), que adapta o conhecimento genérico adquirido em larga escala às especificidades biofísicas do território tropical. A segunda é o treinamento adversarial por meio das *Domain-Adversarial Neural Networks* (DANN), propostas por Ganin *et al.* (2016), que forçam o modelo a desenvolver representações invariantes ao domínio, tornando-o mais robusto à variabilidade da vegetação brasileira (Zhu *et al.*, 2017; Tuia *et al.*, 2016). A eficácia de abordagens orientadas a dados em hidrologia é corroborada por estudos em que redes LSTM demonstraram desempenho comparável ou superior a modelos hidrológicos tradicionais em bacias com regimes pluviométricos heterogêneos (Kratzert *et al.*, 2018), embora a adaptação dessas abordagens a bacias tropicais brasileiras ainda demande validação específica.

4 CIÊNCIA DE DADOS TROPICAL: FUNDAMENTOS E ARQUITETURA

A partir deste ponto, o artigo transita do mapeamento de evidências, apresentado na Seção 3, para a formulação propositiva do framework de Ciência de Dados Tropical. As arquiteturas, equações e aplicações discutidas nas Seções 4 a 6 representam contribuição teórica original dos autores, ancorada na literatura revisada, mas cuja validação empírica específica no contexto brasileiro permanece, em sua maioria, como agenda de pesquisa futura.

Embora as estratégias de *Transfer Learning* e DANN (Seção 3.3) enderecem o problema da adaptação de domínio, a superação do aprendizado puramente estatístico em cenários de dados escassos requer uma

abordagem complementar: as Redes Neurais Informadas pela Física (*Physics-Informed Neural Networks*, PINNs). Deste modo, diferentes de modelos orientados exclusivamente a dados, como o *Long Short-Term Memory* (LSTM), que pressupõem a disponibilidade de vastas séries históricas, condição frequentemente inexistente ou comprometida nas estações de monitoramento remoto do território brasileiro, as PINNs incorporam leis físicas diretamente na função de perda do algoritmo, garantindo consistência termodinâmica mesmo em cenários de alta incerteza e lacunas de dados (Kashinath *et al.*, 2021; Watson-Parris, 2021).

Esse atributo confere às PINNs, em tese, maior consistência física em cenários de eventos extremos, nos quais a extrapolação puramente estatística de modelos orientados a dados tende a apresentar limitações, ainda que essa comparação direta entre PINNs e LSTM em hidrologia tropical permaneça uma lacuna a ser explorada empiricamente. O próprio LSTM, por sua vez, já demonstrou desempenho superior a modelos hidrológicos tradicionais como o SAC-SMA+Snow-17 em bacias de clima temperado (Kratzert *et al.*, 2018), reforçando o potencial de abordagens orientadas a dados, ainda que sua adaptação a regimes tropicais exija validação específica. A incorporação de Mecanismos de Atenção (Veličković *et al.*, 2018) amplia ainda mais essa capacidade ao permitir que o modelo pondere dinamicamente as variáveis de maior relevância física. Quando aliadas a técnicas de Explicabilidade Algorítmica (XAI), cuja capacidade de tornar interpretáveis as previsões de modelos complexos para públicos não-especialistas já foi demonstrada em domínios como saúde, finanças e classificação de texto e imagem (Arrieta *et al.*, 2020; Lundberg; Lee, 2017; Ribeiro; Singh; Guestrin, 2016), as redes resultantes podem, em tese, produzir previsões de vazões e influxos auditáveis por gestores de recursos hídricos sem formação especializada em inteligência artificial, aplicação que permanece como agenda de validação futura no domínio hidrológico.

4.1 Modelagem da Função de Perda Físico-Informada

Para que a integração de leis físicas se efetive durante o treinamento, a arquitetura da PINN modifica o cálculo da função de erro. A função

de perda total passa a ser uma composição ponderada entre o desvio dos dados observados e o resíduo das equações diferenciais que governam o sistema hidrológico, expressa por:

$$Loss = \omega_{data} \cdot MSE_{data} + \omega_{phys} \cdot MSE_{physics}$$

em que o termo MSE_{data} quantifica o erro entre os valores preditos pelo modelo e os dados registrados nas estações de monitoramento, ao passo que os escalares ω_{data} e ω_{phys} são hiperparâmetros que regulam a contribuição relativa de cada componente no processo de otimização.

O termo $MSE_{physics}$ obriga a rede neural a respeitar restrições físicas fundamentais, como a Equação de Richards para infiltração de água no solo (SIT *et al.*, 2020) e as Equações de Saint-Venant para fluxo em canais abertos, já incorporadas com sucesso em redes neurais de grafos aplicadas a bacias hidrográficas europeias (Jiang *et al.*, 2025), com potencial de adaptação a regimes tropicais. Esse mecanismo assegura que o modelo preserve a consistência física mesmo durante eventos climáticos extremos, período em que a lacuna de dados observacionais é mais severa e a extrapolação puramente estatística tende a produzir previsões irrazoáveis (Sit *et al.*, 2020). A incorporação de Mecanismos de Atenção, cuja eficácia em ponderar dinamicamente a relevância de diferentes nós em uma rede já foi demonstrada em tarefas de classificação de grafos (Veličković *et al.*, 2018), amplia ainda mais essa capacidade. Propõe-se que, no contexto hidrológico, esse mecanismo permita ao modelo identificar quais variáveis ambientais — como umidade do solo, evapotranspiração e precipitação acumulada — exercem maior influência preditiva em cada janela temporal, validação que permanece como agenda de pesquisa.

4.2 Análise Comparativa de Eficiência e Latência

Para fundamentar a viabilidade operacional da Ciência de Dados Tropical, é indispensável analisar o equilíbrio entre precisão preditiva e custo energético. Conforme demonstrado na Tabela 2 (Seção 3.1), a infraestrutura convencional baseada em nuvem e a proposta soberana de borda divergem estruturalmente em quatro dimensões críticas: consumo energé-

tico, latência de resposta, custo de transmissão e resiliência operacional. A implementação de *TinyML* em hardware resiliente viabiliza a execução de inferências locais com consumo inferior a 1 Wh por ciclo (Warden; Situnayake, 2019), tornando economicamente sustentável a criação de redes de monitoramento densas e autônomas, baseadas em grafos espaçotemporais, com capacidade preditiva que vai desde a dispersão de poluentes atmosféricos até a dinâmica de surtos epidemiológicos, em analogia a aplicações já demonstradas para previsão de doenças infecciosas (Kapoor *et al.*, 2020), bem como a ocorrência de zoonoses em áreas de transição florestal.

5 IMPLICAÇÕES POLÍTICAS E INFRAESTRUTURA SOBERANA

A transição para uma Ciência de Dados Tropical não se resume a uma atualização tecnológica; ela exige uma reestruturação profunda das políticas de soberania digital. A dependência de infraestruturas de nuvem estrangeiras e de hardware proprietário cria uma vulnerabilidade estratégica que compromete a autonomia nacional na gestão de ativos ambientais críticos, especialmente em biomas sensíveis como a Amazônia e o Cerrado.

5.1 Soberania do Silício e Governança Jurídica

A soberania tecnológica brasileira deve ter início na base material da computação. Propõe-se a adoção de Arquiteturas de Hardware Aberto fundamentadas no conjunto de instruções RISC-V, que permitem ao Brasil desenvolver chips customizados sem a dependência de licenciamentos externos restritivos. Essa abertura arquitetural pode ser reforçada por métodos formais de verificação de segurança, cuja viabilidade já foi demonstrada na produção de propriedades SVA para identificação de vulnerabilidades conhecidas em designs RISC-V de benchmark, como o OR1200 e o CVA6 (Rogers *et al.*, 2024). Propõe-se aqui que essa mesma lógica de auditabilidade técnica seja estendida ao desenvolvimento de chips customizados voltados à custódia soberana de dados sobre a biodiversidade nacional, em conformidade com as exigências da Lei nº 13.123/2015 (Lei do Patrimônio

Genético) (Brasil, 2015), ainda que essa aplicação específica demande validação futura. A esse alicerce material soma-se a aplicação dos Princípios CARE, que garantem que a IA opere em benefício coletivo (*Collective Benefit*), sob autoridade de controle das comunidades (*Authority to Control*), com responsabilidade clara (*Responsibility*) e em estrita observância a critérios éticos (*Ethics*), assegurando o respeito à governança indígena de dados (Carroll *et al.*, 2020). O Quadro 1 sintetiza a aplicação desses princípios ao contexto brasileiro:

Quadro 1 – Pilares dos princípios CARE para governança de dados tropicais

Princípio	Descrição Aplicada ao Contexto Brasileiro	Objetivo Estratégico
Benefício Coletivo	Os dados ambientais e biotecnológicos devem gerar valor direto para as populações locais e para a conservação de biomas.	Combater o extrativismo digital e promover a equidade social.
Autoridade de Controle	O Estado e as comunidades tradicionais detêm o direito de determinar como seus dados são coletados e utilizados.	Afirmar a soberania nacional e a autodeterminação dos povos.
Responsabilidade	Instituições que acessam dados tropicais devem demonstrar como seu uso apoia a sustentabilidade hídrica e climática.	Garantir transparência e prestação de contas (accountability).
Ética	O design de algoritmos deve minimizar vieses exógenos e respeitar o patrimônio genético (Lei nº 13.123/2015).	Proteger o conhecimento tradicional contra a biopirataria digital.

Fonte: Elaborado pelos autores (2026), com base nos princípios de Carroll *et al.* (2020) e na Lei nº 13.123/2015 (Brasil, 2015).

Tais diretrizes alinham-se aos marcos regulatórios emergentes, especialmente ao Projeto de Lei nº 2338/2023, que estabelece um regime de responsabilidade que transcende a ética técnica para alcançar a proteção

do patrimônio genético e do conhecimento tradicional associado (Brasil, 2023). A proteção deste patrimônio deve estar intrinsecamente vinculada ao design dos algoritmos de IA. Propõe-se aqui que os princípios CARE, inicialmente formulados para a governança de dados indígenas (Carroll *et al.*, 2020), sejam estendidos como marco normativo para impedir que o monitoramento ambiental digital se converta em uma nova modalidade de extrativismo de dados no contexto brasileiro mais amplo. É essa soberania, ao mesmo tempo jurídica e tecnológica, que habilita o Brasil a pleitear uma posição de liderança nas negociações climáticas globais no novo ciclo de governança ambiental inaugurado em Belém (Souza *et al.*, 2026).

5.2 Sustentabilidade Hídrica e Simbiose Industrial em Data Centers

A infraestrutura necessária para suportar modelos de IA de larga escala impõe sistemas de resfriamento intensivos cujo consumo de água frequentemente entra em rota de colisão com a segurança hídrica local (IEA, 2023). Para mitigar esse impacto, propõe-se o *framework* da Simbiose Industrial, que preconiza o reuso de águas residuárias tratadas para o arrefecimento de servidores (Iea, 2023; Microsoft, 2025; Unep, 2024).

Esse modelo redefine o papel dos data centers na economia circular hídrica. Ao integrar centros de processamento de dados com sistemas de tratamento de efluentes urbanos ou industriais, o calor residual da computação pode ser reaproveitado em processos secundários, enquanto a água tratada resfria a infraestrutura digital sem comprometer os mananciais de abastecimento humano (Chrysostomou; Christofides, 2018; Ashrae, 2021). Empresas como Google e organismos como o UNEP têm estabelecido metas de reposição hídrica superior ao consumo operacional de seus data centers, a Google, por exemplo, estabeleceu a meta de repor 120% da água consumida até 2030 (Google, 2022). Propõe-se que esse modelo, ainda em fase de implementação pelas próprias empresas que o adotam, oriente a transição do data center de consumidor passivo para potencial agente regenerativo da bacia hidrográfica no contexto da Ciência de Dados Tropical.

5.3 Governança Algorítmica e Autonomia Decisória

A soberania política brasileira depende, em última instância, da capacidade de auditar e controlar os algoritmos que geram as métricas de crédito de carbono e desmatamento utilizadas nas negociações internacionais. Sendo assim, nacionalizando a infraestrutura de processamento e adotando modelos localmente adaptados, o Brasil garante que as decisões de gestão territorial sejam baseadas em critérios soberanos, e não em interpretações opacas de sistemas exógenos. A Ciência de Dados Tropical consolida-se, portanto, como o suporte técnico indispensável para a diplomacia ambiental brasileira no cenário que se abre após Belém.

6 APLICAÇÕES AVANÇADAS E ÉTICA

As aplicações avançadas da Ciência de Dados Tropical não se limitam ao monitoramento ambiental convencional; elas abrangem a capacidade de expandir redes descentralizadas de sensoriamento, nas quais cada nó opera como um agente autônomo de coleta e processamento local (Gubbi *et al.*, 2013). Propõe-se que essa arquitetura distribuída seja orientada por princípios de soberania local, permitindo que comunidades e instituições nacionais mantenham controle sobre os dados gerados em seus territórios.

6.1 Redes de Grafos Espaço-temporais e Predição de Surtos

O uso de Grafos Espaço-temporais permite realizar previsões que transcendem o monitoramento ambiental puro, alcançando a intersecção entre ecologia e saúde pública. Paralelamente, algoritmos que analisam padrões de vizinhança em grafos espaço-temporais já demonstraram eficácia na previsão de surtos epidemiológicos urbanos a partir de dados de mobilidade, como no caso da COVID-19 nos Estados Unidos (Kapoor *et al.*, 2020). Propõe-se que essa mesma arquitetura seja adaptada para prever a dispersão de poluentes atmosféricos em centros urbanos e a ocorrência de zoonoses em áreas de transição florestal no contexto brasileiro, validações

que permanecem como agenda futura de pesquisa. Essa capacidade de antecipação de cenários constitui o alicerce de uma administração pública verdadeiramente baseada em evidências, permitindo que gestores aloquem recursos de forma preditiva e não meramente reativa. A base algorítmica desses grafos fundamenta-se nos avanços recentes em redes neurais em grafos (WU *et al.*, 2019), que fornecem a arquitetura computacional necessária para modelar relações espaciais e temporais complexas nos ecossistemas tropicais.

6.2 LLMs Especializados e o Compliance ESG

A integração de Modelos de Linguagem de Grande Escala (*Large Language Models*, LLMs) especializados permite automatizar a interpretação de vastos relatórios de sustentabilidade e diretrizes de ESG (*Environmental, Social, and Governance*). Em vez de recorrer a modelos genéricos treinados em corpora globais, propõe-se o desenvolvimento de LLMs ajustados ao domínio legal e regulatório nacional (Barbosa *et al.*, 2023). A viabilidade de modelos de linguagem especializados em domínios críticos e de alto risco já foi demonstrada em setores como finanças, saúde e direito (Chen *et al.*, 2024); propõe-se aqui que essa mesma lógica de especialização seja estendida à auditoria de cadeias produtivas ambientais, como a pecuária na Amazônia ou a mineração no Cerrado, conduzida com rigor semântico capaz de identificar práticas de greenwashing e assegurar o cumprimento dos requisitos de transparência exigidos pelo mercado de capitais internacional.

6.3 Ética e a Responsabilidade dos Algoritmos

A expansão da Ciência de Dados Tropical precisa vir acompanhada de protocolos robustos de segurança e explicabilidade algorítmica. A adoção de técnicas de XAI (*Explainable Artificial Intelligence*) não é apenas uma exigência técnica; trata-se de um imperativo político. Garantir que os algoritmos sejam auditáveis é a condição mínima para que comunidades tradicionais e gestores públicos possam questionar, validar e corrigir as decisões automatizadas que incidem diretamente sobre seus territórios. Uma

expansão tecnológica conduzida sem esse compromisso ético reproduziria, em escala ampliada, os mesmos vícios extrativistas que a Ciência de Dados Tropical foi concebida para superar (Souza *et al.*, 2026).

7 USO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA ELABORAÇÃO DESTE ARTIGO

Neste trabalho, optou-se por utilizar o modelo de linguagem Claude (Anthropic, v. claude-sonnet-4-6) como suporte metodológico à produção textual. O uso dessa ferramenta não foi meramente mecânico, mas sim uma etapa de refinamento voltada à padronização rigorosa conforme as normas da ABNT (especialmente as NBRs 6022, 6023 e 14724) e à lapidação da coesão linguística.

É fundamental destacar que a condução intelectual da pesquisa, desde a montagem do arcabouço teórico sobre Entropia de Hardware em biomas tropicais até a análise crítica das evidências coletadas, permanece sob total autoria e responsabilidade dos pesquisadores humanos. A IA atuou como um revisor de alta precisão e um auxiliar na organização lógica dos argumentos, mas nunca como fonte de dados ou decisor metodológico. Todo o conteúdo foi criteriosamente revisado e editado pelos autores, assegurando que as conclusões reflitam suas interpretações científicas, em plena conformidade com as diretrizes de ética e integridade (COPE, SciELO e Resolução CNS nº 510/2016).

8 CONCLUSÃO E VISÃO PROSPECTIVA

A análise desenvolvida ao longo deste estudo demonstra que a resiliência física do hardware tropical e a circularidade hídrica de sua infraestrutura não são meros detalhes técnicos: constituem as bases materiais indispensáveis da soberania tecnológica brasileira. A Ciência de Dados Tropical aqui delineada não se configura apenas como uma resposta adaptativa aos desafios técnicos do Sul Global, mas como um modelo de protagonismo estratégico para o horizonte 2025–2030, no qual a tecnologia deve, obrigatoriamente, servir à regeneração ambiental e à justiça social.

Os três pilares propostos, a saber, os datasets ecologicamente representativos, o hardware resiliente baseado em *TinyML* e RISC-V e a governança algorítmica ancorada nos princípios CARE, demonstraram-se interdependentes: a acurácia dos modelos depende da qualidade dos dados nativos, que depende da integridade física do hardware em campo, que depende, por sua vez, da soberania institucional sobre toda a cadeia de valor tecnológica. Romper qualquer um desses elos compromete os demais, o que torna a abordagem integrada aqui proposta uma condição necessária, e não meramente opcional, para a eficácia da vigilância ambiental brasileira.

8.1 O legado da COP30 e a custódia de dados

O marco de Belém, em 2025, representa o ponto de inflexão em que o Brasil deixa de figurar como exportador passivo de dados ambientais brutos e passa a ser o legítimo custodiante de uma infraestrutura digital soberana. Sob a ótica da administração pública e do *Business Intelligence*, a transição para modelos PINNs e arquiteturas *TinyML* permite que o país detenha não apenas a posse, mas a inteligência sobre seu próprio patrimônio genético e climático. Esse deslocamento geopolítico inaugura uma nova dinâmica de poder global, na qual a acurácia de modelos adaptados aos biomas nacionais se converte em ativo diplomático e econômico inestimável para a governança do carbono e a preservação de serviços ecossistêmicos.

8.2 Autonomia na Cadeia de Valor Digital

A verdadeira autonomia política da nação no século XXI passa, necessariamente, pelo domínio integral de sua cadeia de valor tecnológica: do silício aberto (RISC-V) ao resfriamento sustentável por simbiose hídrica, percorrendo os algoritmos localmente adaptados e auditáveis pela XAI. Somente por meio desse alinhamento entre Biotecnologia, Engenharia de Materiais e Gestão de Dados será possível garantir que a inovação tecnológica sirva, de forma ética e eficiente, à preservação da biodiversidade. O horizonte 2025–2030 exige políticas públicas que fomentem essa infraestrutura resiliente, assegurando que o Brasil lidere a próxima fronteira da

Inteligência Artificial: uma IA que é, ao mesmo tempo, de alta performance e profundamente consciente de sua pegada ecológica e social.

REFERÊNCIAS

ARAGÃO, L. E. O. C. *et al.* 21st century drought-related fires counteract the decline of Amazon deforestation carbon emissions. **Nature Communications**, v. 9, n. 1, p. 536, 2018. fev.

ARRIETA, A. B. *et al.* Explainable Artificial Intelligence (XAI): concepts, taxonomies, opportunities and challenges toward responsible AI. **Information Fusion**, v. 58, p. 82-115, 2020. jun.

ASHRAE. **Thermal Guidelines for Data Processing Environments**. 5. ed. Atlanta: ASHRAE, 2021.

BARBOSA, L. F. *et al.* Inteligência artificial no Brasil: avanços regulatórios. **Revista de Informação Legislativa: RIL**, Brasília, v. 60, n. 240, p. 11-41, 2023. out./dez.

BERGEN, K. J. *et al.* Machine learning for data-driven discovery in solid Earth geoscience. **Science**, v. 363, n. 6433, eaau0323, 2019. mar.

BRASIL. Lei nº 13.123, de 20 de maio de 2015. Dispõe sobre o acesso ao patrimônio genético, sobre a proteção e o acesso ao conhecimento tradicional associado e sobre a repartição de benefícios para conservação e uso sustentável da biodiversidade. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, n. 95, p. 1-6, 21 maio 2015.

BRASIL. Congresso. Senado Federal. **Projeto de Lei nº 2338, de 2023**. Dispõe sobre o uso da Inteligência Artificial no Brasil. Brasília, DF: Senado Federal, 2023. Disponível em: <https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/157233>. Acesso em: 23 mar. 2026.

CARROLL, S. R. *et al.* The CARE Principles for Indigenous Data Governance. **Data Science Journal**, v. 19, n. 43, p. 1-12, 2020. nov.

CHEN, Z. Z. *et al.* A survey on large language models for critical societal domains: finance, healthcare, and law. **arXiv preprint arXiv:2405.01769**, 2024. maio.

CHRYSTOMOU, M.; CHRISTOFIDES, N. Cooling methods for energy efficient micro-datacenters: a comparative study. In: INTERNATIONAL CONFE-

RENCE ON RENEWABLE ENERGY SOURCES & ENERGY EFFICIENCY, 6., 2018, Nicosia, Cyprus. **Proceedings** [...]. Nicosia: Frederick University, 2018. nov.

DHAR, P. The carbon impact of artificial intelligence. **Nature Machine Intelligence**, v. 2, n. 8, p. 423-425, 2020. ago.

DOSOVITSKIY, A. *et al.* An image is worth 16x16 words: transformers for image recognition at scale. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON LEARNING REPRESENTATIONS*, 9., 2021, Vienna. **Proceedings** [...]. Vienna: ICLR, 2021. maio.

GANIN, Y. *et al.* Domain-adversarial training of neural networks. **Journal of Machine Learning Research**, v. 17, n. 59, p. 1-35, 2016. abr.

GIL, Y. *et al.* Intelligent systems for geosciences. **Communications of the ACM**, v. 62, n. 11, p. 76-84, 2019. Nov.

GOOGLE. **2022 Environmental Report**. Mountain View, CA: Google, 2022. Disponível em: <https://sustainability.google/reports/google-2022-environmental-report/>. Acesso em: 1 fev. 2026.

GUBBI, J. *et al.* Internet of Things (IoT): a vision, architectural elements, and future directions. **Future Generation Computer Systems**, v. 29, n. 7, p. 1645-1660, 2013. out.

HE, K. *et al.* Deep Residual Learning for Image Recognition. *In: IEEE CONFERENCE ON COMPUTER VISION AND PATTERN RECOGNITION*, 2016, Las Vegas. **Proceedings** [...]. Piscataway: IEEE, 2016. jun.

HUNTINGFORD, C. *et al.* Machine learning to aid climate change research. **Environmental Research Letters**, v. 14, n. 12, p. 121001, 2019. dez.

IEA. **Data Centers and Data Transmission Networks**. Paris: IEA, 2023. Disponível em: <https://www.iea.org/energy-system/buildings/data-centres-and-data-transmission-networks>. Acesso em: 1 fev. 2026.

JIANG, H. *et al.* Topology-aware Neural Flux Prediction Guided by Physics. **arXiv preprint arXiv:2506.05676**, 2025. Jun.

KAACK, L. H. *et al.* Aligning artificial intelligence with climate change mitigation. **Nature Climate Change**, v. 12, n. 6, p. 518-527, 2022. jun.

KAPOOR, A. *et al.* Examining COVID-19 forecasting using spatio-temporal graph neural networks. **arXiv preprint arXiv:2007.03113**, 2020. jul.

KASHINATH, K. *et al.* Physics-informed machine learning: case studies for weather and climate. **Philosophical Transactions of the Royal Society A**, v. 379, n. 2194, 20200093, 2021. fev.

KRATZERT, F. *et al.* Rainfall-runoff modelling using Long Short-Term Memory (LSTM) networks. **Hydrology and Earth System Sciences**, v. 22, n. 11, p. 6005-6022, 2018. nov.

LECUN, Y.; BENGIO, Y.; HINTON, G. Deep learning. **Nature**, v. 521, n. 7553, p. 436-444, 2015. maio.

LOVEJOY, T. E.; NOBRE, C. Amazon tipping point. **Science Advances**, v. 4, n. 2, p. eaat2340, 2018. fev.

LUNDBERG, S. M.; LEE, S.-I. A Unified Approach to Interpreting Model Predictions. In: ADVANCES IN NEURAL INFORMATION PROCESSING SYSTEMS, 30., 2017, Long Beach. **Proceedings** [...]. Long Beach: NIPS, 2017. p. 4765-4774. dez.

MA, L. *et al.* Deep learning in remote sensing applications: a meta-analysis and review. **ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing**, v. 152, p. 166-177, 2019. jun.

MALHI, Y. *et al.* Climate change, deforestation, and the fate of the Amazon. **Science**, v. 319, n. 5860, p. 169-172, 2008. jan.

MAO, Y. *et al.* A survey on mobile edge computing: the communication perspective. **IEEE Communications Surveys & Tutorials**, v. 19, n. 4, p. 2322-2358, 2017. out.

MAPBIOMAS. **RAD 2023: Relatório Anual do Desmatamento no Brasil 2023**. São Paulo: MapBiomass, 2024. maio.

MICROSOFT. **2025 Environmental Sustainability Report**. [S. l.]: Microsoft, 2025. Disponível em: <https://www.microsoft.com/en-us/corporate-responsibility/sustainability/report/>. Acesso em: 11 abr. 2026.

NOBRE, C. A. *et al.* Land-use and climate change risks in the Amazon and the need of a novel sustainable development paradigm. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 113, n. 39, p. 10759-10768, 2016. set.

PAN, S. J.; YANG, Q. A survey on transfer learning. **IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering**, v. 22, n. 10, p. 1345-1359, 2010. out.

RAY, P. P. A review on TinyML: State-of-the-art and prospects. **Journal of King Saud University – Computer and Information Sciences**, v. 34, n. 4, p. 1595-1623, 2022. abr.

REICHSTEIN, M. *et al.* Deep learning and process understanding for data-driven Earth system science. **Nature**, v. 566, n. 7743, p. 195-204, 2019. fev.

RIBEIRO, M. T.; SINGH, S.; GUESTRIN, C. “Why Should I Trust You?”: Explaining the predictions of any classifier. *In*: ACM SIGKDD INTERNATIONAL CONFERENCE ON KNOWLEDGE DISCOVERY AND DATA MINING, 22., 2016, San Francisco. **Proceedings** [...]. New York: ACM, 2016. ago.

ROGERS, J. *et al.* Security Properties for Open-Source Hardware Designs. **arXiv preprint** arXiv:2412.08769, 2024. dez.

ROLNICK, D. *et al.* Tackling Climate Change with Machine Learning. **ACM Computing Surveys**, v. 55, n. 2, p. 1-96, 2022. Fev.

SANTOS, E. *et al.* Biocorrosão e o biofouling – uma revisão de literatura. *In*: **Tópicos em Ciências Biológicas**: volume 2. [S. l.]: Editora Poisson, 2022. p. 13-26.

SHAFIQUE, M. *et al.* TinyML: Progress, Challenges, and Future Roadmaps. *In*: DESIGN AUTOMATION CONFERENCE, 58., 2021, San Francisco. **Proceedings** [...]. New York: IEEE, 2021. p. 1303-1306. dez.

SHI, W. *et al.* Edge computing: vision and challenges. **IEEE Internet of Things Journal**, v. 3, n. 5, p. 637-646, 2016. out.

SIEMENS ENERGY. **Data center solutions**: power, cooling, and digitalization. Erlangen: Siemens Energy, 2024. Disponível em: <https://www.siemens-energy.com/global/en/home/products-services/solutions-industry/data-center.html>. Acesso em: 1 fev. 2026.

SIT, M. *et al.* A comprehensive review of deep learning applications in hydrology and water resources. **Water Science and Technology**, v. 82, n. 12, p. 2635-2670, 2020. dez.

SOUZA, A. P. de *et al.* Governança global da inteligência artificial, soberania digital e geopolítica da informação: o papel do painel científico da ONU na arquitetura multilateral da IA. **Veredas do Direito**, v. 23, n. 5, e5476, 2026. jan.

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: ACL, 2019. p. 3645-3650. jul.

TUIA, D. *et al.* Domain adaptation for remote sensing image classification: a survey of recent advances. **IEEE Geoscience and Remote Sensing Magazine**, v. 4, n. 2, p. 10-37, 2016. jun.

UNEP – UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. **Water Circular Economy**: a resource for future water security. Nairobi: UNEP, 2024. nov. (Foresight Brief, n. 033).

VASWANI, A. *et al.* Attention is all you need. *In: CONFERENCE ON NEURAL INFORMATION PROCESSING SYSTEMS*, 31., 2017, Long Beach. **Proceedings** [...]. Red Hook: Curran Associates, 2017. dez.

VELIČKOVIĆ, P. *et al.* Graph attention networks. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON LEARNING REPRESENTATIONS*, 6., 2018, Vancouver. **Proceedings** [...]. OpenReview.net, 2018. maio.

WARDEN, P.; SITUNAYAKE, D. **TinyML**: Machine Learning with TensorFlow Lite on Arduino and Ultra-Low-Power Microcontrollers. Sebastopol: O'Reilly Media, 2019. dez.

WATSON-PARRIS, D. Machine learning for weather and climate are worlds apart. **Philosophical Transactions of the Royal Society A**, v. 379, n. 2194, 20200098, 2021. fev.

WEISS, K.; KHOSHGOFTAAR, T. M.; WANG, D. A survey of transfer learning. **Journal of Big Data**, v. 3, n. 1, p. 1-40, 2016. dez.

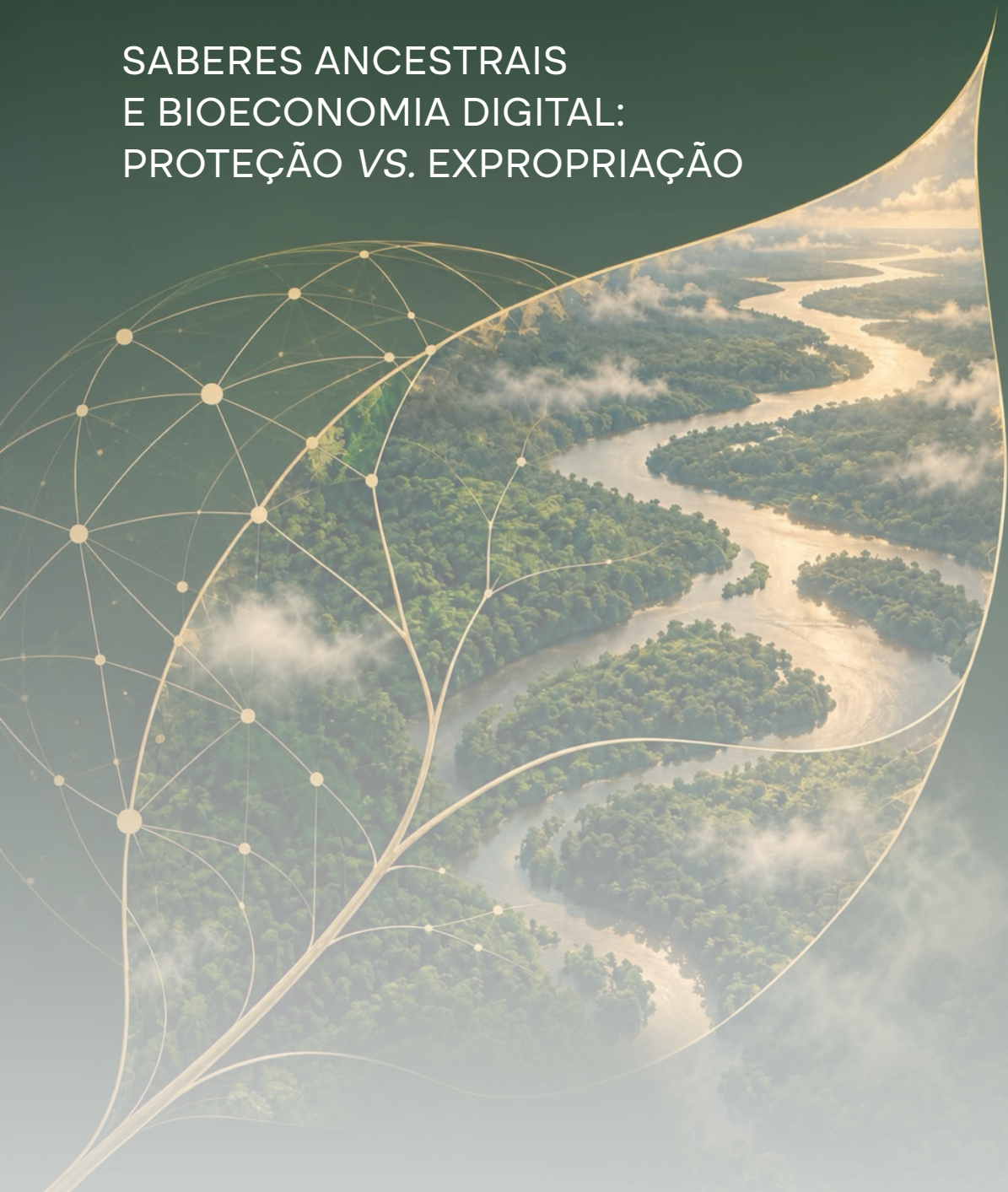
WILKINSON, M. D. *et al.* The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship. **Scientific Data**, v. 3, n. 1, p. 1-9, 2016. mar.

WU, Z. *et al.* A comprehensive study on graph neural networks. **IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems**, v. 32, n. 1, p. 4-24, 2019. jan.

ZHU, X. X. *et al.* Deep learning in remote sensing: a comprehensive review and list of resources. **IEEE Geoscience and Remote Sensing Magazine**, v. 5, n. 4, p. 8-36, 2017. dez.

PARTE II

SABERES ANCESTRAIS E BIOECONOMIA DIGITAL: PROTEÇÃO VS. EXPROPRIAÇÃO



CONHECIMENTOS TRADICIONAIS E JUSTIÇA CLIMÁTICA: ENTRE A EXPROPRIAÇÃO SISTÊMICA E A RUPTURA NORMATIVA DO CÍRCULO DOS POVOS NA COP 30

Heloísa Gomes Medeiros¹

RESUMO

O artigo investiga em que medida a inadequação estrutural dos regimes clássicos de propriedade intelectual para a proteção dos conhecimentos tradicionais pode ser superada por um novo paradigma de governança climática — e em que termos a iniciativa do Círculo dos Povos, no âmbito da COP 30 (Belém, novembro de 2025), representou uma reorientação normativa nessa direção. Parte-se da hipótese de que o sistema de propriedade intelectual não apenas se mostra estruturalmente insuficiente para proteger esses saberes, como também opera como vetor de sua expropriação, e que o Círculo dos Povos, ao incorporar comunidades indígenas e tradicionais como sujeitos ativos da governança climática, sinalizou — ainda que de forma incipiente — uma ruptura com os fundamentos normativos tradicionais da ação climática global. Adota-se abordagem qualitativa, de natureza jurídico-dogmática e interdisciplinar. O método de abordagem é hipotético-dedutivo, com recurso ao método dialético para o tratamento das tensões entre sistemas de conhecimento orientados por lógicas distintas. As estratégias de investigação combinam análise normativa, revisão bibliográfica qualificada e exame crítico de instrumentos internacionais e casos emblemáticos relacionados à proteção de conhecimentos tradicio-

¹ Doutora em Direito pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Professora adjunta do Curso de Direito da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA). Coordenadora do Grupo de Estudos em Propriedade Intelectual, Conhecimentos Tradicionais e Cultura – GENT da UEMA.

nais. O estudo demonstra que os conhecimentos tradicionais constituem sistemas tecnológicos complexos cuja proteção exige a superação da lógica individualista e mercantil da propriedade intelectual, e sustenta que a construção de um novo contrato social climático — orientado por dimensões distributivas, de reconhecimento e de participação — constitui o horizonte normativo necessário para essa transformação.

Palavras-chave: Propriedade intelectual; conhecimentos tradicionais; justiça climática; biodiversidade; governança ambiental.

1 INTRODUÇÃO

A realização da Conferência das Partes sobre Mudanças Climáticas das Nações Unidas (COP 30), em Belém, em novembro de 2025, projetou o Brasil ao centro das discussões globais sobre clima, desenvolvimento sustentável e governança ambiental. A COP 30 marcou um momento de reorientação política e epistemológica, no qual se colocaram em exame os compromissos estatais de mitigação e adaptação, bem como os fundamentos que estruturam a produção, circulação e apropriação do conhecimento na resposta à crise climática. Nesse cenário, a Amazônia afirmou-se não apenas como objeto de proteção ambiental, mas como território de produção de saberes, práticas e tecnologias sociais historicamente invisibilizadas pelos modelos tradicionais de desenvolvimento.

Nesse horizonte, o debate sobre justiça climática assume crescente centralidade. Longe de se restringir à distribuição equitativa de ônus e benefícios decorrentes das políticas ambientais, a justiça climática envolve também o reconhecimento de assimetrias históricas na produção do conhecimento, no acesso às tecnologias e na definição das agendas globais. Em outras palavras, a questão ultrapassa a identificação dos sujeitos que suportam os impactos das mudanças climáticas e se estende à análise de quem define as soluções climáticas, quem controla os instrumentos jurídicos de sua proteção e quem se apropria economicamente de seus resultados.

É nesse contexto que os conhecimentos tradicionais associados à biodiversidade assumem papel estratégico. Desenvolvidos ao longo

de gerações por comunidades indígenas e locais, esses conhecimentos constituem sistemas complexos de inovação, baseados em práticas de manejo sustentável, uso racional dos recursos naturais e profunda interação com os ecossistemas. Apesar de sua relevância para o enfrentamento da crise climática, tais saberes permanecem, em grande medida, marginalizados pelos regimes clássicos de propriedade intelectual, historicamente estruturados a partir de uma lógica individualista, formal e orientada ao mercado.

A inadequação desses regimes torna-se particularmente evidente diante das características dos conhecimentos tradicionais. O modelo tradicional de propriedade intelectual, ao privilegiar a exclusividade e a apropriação privada, revela limites significativos quando confrontado com formas de produção de conhecimento de caráter coletivo, cumulativo e intergeracional. Soma-se a isso a persistência de práticas de apropriação indevida, frequentemente associadas à exploração econômica de recursos biológicos e saberes locais sem o devido reconhecimento ou repartição de benefícios.

Diante desse quadro, este artigo formula o seguinte problema de pesquisa: em que medida a inadequação estrutural dos regimes clássicos de propriedade intelectual para a proteção dos conhecimentos tradicionais pode ser superada por um novo paradigma de governança climática — e em que termos a iniciativa do Círculo dos Povos, no âmbito da COP 30, representou uma inflexão normativa nessa direção? A questão não é meramente descritiva: pressupõe que a resposta depende de demonstrar tanto os limites sistêmicos da propriedade intelectual quanto a capacidade do Círculo dos Povos de produzir transformações normativas concretas, e não apenas retóricas.

Embora instrumentos internacionais como a Convenção sobre Diversidade Biológica e o Protocolo de Nagoya tenham introduzido avanços importantes ao incorporar a lógica do acesso e da repartição justa e equitativa de benefícios, sua implementação ainda enfrenta desafios significativos, sobretudo no que se refere à articulação com os sistemas de propriedade intelectual e à efetiva garantia de direitos às comunidades detentoras desses conhecimentos.

A partir dessas tensões, ganha relevância a ideia de um “novo contrato social climático”. Esse arranjo pressupõe o reconhecimento dos conhecimentos tradicionais como elementos centrais na formulação de soluções climáticas e a revisão dos instrumentos jurídicos que regulam sua proteção. Nesse movimento, a propriedade intelectual deixa de ser concebida exclusivamente como mecanismo de incentivo à inovação e passa a ser repensada como ferramenta de articulação entre diferentes regimes de conhecimento.

A iniciativa brasileira do denominado “Círculo dos Povos”, no âmbito da COP 30, inseriu-se nessa perspectiva ao buscar ampliar os espaços de participação de comunidades indígenas e povos tradicionais nas negociações climáticas internacionais. Essa iniciativa tensionou estruturas historicamente centradas na atuação estatal e na predominância de atores econômicos, sinalizando uma possível reorientação da governança global. A incorporação do consentimento livre, prévio e informado como princípio estruturante reforçou a premissa de que a utilização de conhecimentos tradicionais deve estar condicionada ao reconhecimento e à participação ativa de seus detentores.

O presente artigo parte de hipótese dupla: primeiro, que o atual regime de propriedade intelectual se mostra estruturalmente inadequado para responder às demandas de justiça climática relacionadas aos conhecimentos tradicionais, operando não apenas como sistema insuficiente de proteção, mas como vetor potencial de sua expropriação; segundo, que o Círculo dos Povos, ao incorporar comunidades indígenas e tradicionais como sujeitos ativos da governança climática, sinalizou — ainda que de forma incipiente e sujeita a verificação — uma mudança normativa em direção a um novo paradigma de governança, orientado por dimensões distributivas, de reconhecimento e de participação.

A pesquisa adota abordagem qualitativa, de natureza jurídico-dogmática e interdisciplinar. O método de abordagem é hipotético-dedutivo, na medida em que parte de hipótese sobre a inadequação estrutural dos regimes de propriedade intelectual e a submete a teste crítico ao longo da análise, com recurso ao método dialético para o tratamento das tensões entre sistemas de conhecimento orientados por lógicas distintas. As estra-

tégias de investigação combinam análise normativa, revisão bibliográfica qualificada e exame crítico de instrumentos internacionais e casos emblemáticos relacionados à proteção de conhecimentos tradicionais, com ênfase na literatura jurídica nacional e estrangeira e em relatórios institucionais relevantes. O corpus da análise inclui tratados internacionais, legislação nacional, relatórios institucionais e produção doutrinária relevante nas áreas de propriedade intelectual, biodiversidade e justiça climática.

Em conformidade com a Portaria nº 2.664/2026 do CNPq, declara-se que foram utilizadas ferramentas de Inteligência Artificial de forma estritamente auxiliar: o ChatGPT (OpenAI) foi empregado nas etapas de revisão linguística, organização textual e aperfeiçoamento estrutural do manuscrito; e o Claude Sonnet 4.6 (Anthropic) foi utilizado nas etapas de revisão crítica do conteúdo, desenvolvimento de seções argumentativas, pesquisa e verificação de referências bibliográficas. Em ambos os casos, a autoria intelectual substantiva — formulação do problema de pesquisa, construção argumentativa, seleção de referências e elaboração das conclusões — é de responsabilidade exclusiva da autora, tendo todo o conteúdo apoiado por IA sido integralmente revisado e validado criticamente. Declaração completa consta ao final do trabalho.

O objetivo geral desta pesquisa é analisar em que medida a iniciativa do Círculo dos Povos, no contexto da COP 30, constituiu um avanço normativa capaz de superar os limites estruturais dos regimes clássicos de propriedade intelectual na proteção dos conhecimentos tradicionais, à luz dos princípios da justiça climática. Para tanto, estabelecem-se os seguintes objetivos específicos: a) examinar os fundamentos teóricos que sustentam o reconhecimento dos conhecimentos tradicionais como sistemas tecnológicos legítimos, articulando-os à noção de justiça climática; b) analisar criticamente os limites estruturais dos regimes clássicos de propriedade intelectual na proteção desses saberes, com ênfase nos mecanismos de expropriação que o sistema pode engendrar e nos avanços e insuficiências dos instrumentos internacionais de biodiversidade — em especial o Protocolo de Nagoya e o Tratado da OMPI de 2024 —; e c) avaliar em que termos o Círculo dos Povos representou uma ruptura normativa na governança cli-

mática global e quais condições institucionais são necessárias para que essa ruptura produza transformações jurídicas concretas.

O artigo está estruturado em três partes principais. Inicialmente, analisa-se a compreensão dos conhecimentos tradicionais como formas legítimas de tecnologia, destacando sua relevância para o enfrentamento da crise climática. Em seguida, examinam-se os limites dos regimes clássicos de propriedade intelectual na proteção desses saberes, evidenciando suas tensões estruturais e implicações no contexto da justiça climática. Por fim, discute-se a proposta de construção de um novo contrato social climático, com especial atenção à iniciativa do “Círculo dos Povos” no âmbito da COP 30.

A análise demonstra que a efetivação da justiça climática é inseparável do reconhecimento dos conhecimentos tradicionais como elementos centrais da governança ambiental global — o que exige, por sua vez, a reformulação dos instrumentos jurídicos de proteção à luz da pluralidade epistemológica e das demandas de equidade e sustentabilidade.

2 CONHECIMENTOS TRADICIONAIS COMO TECNOLOGIA: UMA RELEITURA NECESSÁRIA NO CONTEXTO DA JUSTIÇA CLIMÁTICA

A compreensão dos conhecimentos tradicionais como formas legítimas de tecnologia constitui um deslocamento teórico fundamental para o enfrentamento da crise climática contemporânea. Historicamente, o conceito de tecnologia foi construído a partir de uma perspectiva eurocêntrica, associada à inovação industrial, à formalização científica e à lógica da propriedade privada. Nesse modelo, o conhecimento válido é aquele passível de codificação, registro e exploração econômica, o que resulta na marginalização de sistemas de saber que operam fora dessas estruturas formais (Santos, 2010; Vieira Pinto, 2005). A superação dessa concepção restrita exige uma ampliação do próprio entendimento de tecnologia, de modo a incluir formas plurais de produção de conhecimento.

Nesse sentido, Vieira Pinto (2005, p. 220) propõe uma definição mais abrangente, ao conceituá-la como “o conjunto de todas as técnicas de

que dispõe uma determinada sociedade, em qualquer fase histórica de seu desenvolvimento”. Essa perspectiva amplia significativamente o horizonte analítico, permitindo reconhecer que diferentes formas de organização social produzem, igualmente, seus próprios sistemas tecnológicos.

Sob esse prisma, os conhecimentos tradicionais deixam de ser compreendidos como saberes periféricos ou pré-científicos e passam a ser reconhecidos como expressões legítimas de tecnologia. Berkes (2012) os define como sistemas de saberes, práticas e inovações desenvolvidos por comunidades ao longo do tempo em interação com seus territórios — sistemas que incorporam valores e formas de organização social, evidenciando que a tecnologia não se limita a artefatos ou processos industriais, mas abrange modos de vida e formas de relação com a natureza. É nesse horizonte que esses conhecimentos ganham centralidade no debate sobre justiça climática. Schlosberg (2007) compreende a justiça climática como uma abordagem que articula dimensões distributivas, de reconhecimento e de participação na governança ambiental — o que exige que a valorização desses saberes não se limite à sua dimensão instrumental, mas envolva o reconhecimento das comunidades como sujeitos de direito e protagonistas na construção de soluções para a crise.

A literatura contemporânea tem avançado no reconhecimento dessa dimensão tecnológica. Berkes (2012), ao tratar do *Traditional Ecological Knowledge* (TEK), descreve esses sistemas como conjuntos cumulativos de práticas e crenças que evoluem por meio da interação contínua entre comunidades humanas e seus ambientes. Mais do que um repositório de informações, o TEK organiza-se como um sistema integrado de conhecimento, prática e instituição, no qual a observação empírica de longo prazo, as técnicas de manejo e as normas sociais que regulam o uso dos recursos formam um todo coerente.

Trata-se de um conhecimento dinâmico e adaptativo, capaz de responder a variações ecológicas por meio de processos contínuos de experimentação e aprendizagem social, e profundamente contextualizado, uma vez que se ancora em territórios específicos e em relações históricas com os ecossistemas. Essa configuração permite compreender o TEK como tecnologia em sentido pleno, ainda que estruturada por lógicas distintas da ciência moderna.

Sua eficácia não decorre da padronização ou da universalização, mas da capacidade de operar em contextos locais complexos, incorporando incerteza, variabilidade e feedback ecológico. Nesse sentido, esses sistemas não se distinguem da ciência por inferioridade epistemológica, mas por sua forma de organização e transmissão, baseada em processos intergeracionais, oralidade e validação prática. Ao reconhecer esses sistemas como tecnológicos, amplia-se o próprio conceito de tecnologia e evidenciam-se alternativas de inovação orientadas à sustentabilidade, particularmente relevantes para estratégias de mitigação e adaptação às mudanças climáticas.

A crítica à hierarquização dos saberes encontra respaldo na reflexão de Boaventura de Sousa Santos, para quem a modernidade ocidental produziu uma “linha abissal” que separa saberes reconhecidos daqueles considerados invisíveis ou inexistentes (Santos, 2007). Tal distinção não se configura como mera hierarquia, mas como um mecanismo de exclusão epistemológica que restringe o campo do conhecimento legítimo. No contexto da crise climática, essa lógica revela-se particularmente problemática, pois limita o repertório de soluções disponíveis e marginaliza conhecimentos que, por sua longa interação com os ecossistemas, possuem elevado potencial adaptativo.

Como alternativa a esse modelo, Santos (2007) propõe a construção de uma “ecologia de saberes”, baseada no reconhecimento da coexistência e da complementaridade entre diferentes formas de conhecimento. Essa perspectiva não implica a rejeição da ciência moderna, mas sua abertura ao diálogo com outros sistemas epistemológicos, reconhecendo que a produção de conhecimento é plural e situada. Reconhecer os conhecimentos tradicionais como tecnologia constitui, assim, um passo decisivo para a superação do pensamento abissal e para a construção de respostas mais inclusivas à crise climática.

A mobilização da “ecologia de saberes” como referencial teórico para a proteção jurídica dos conhecimentos tradicionais, contudo, não está imune a objeções que merecem ser enfrentadas. A primeira diz respeito à sua operacionalização no campo do Direito. A proposta de Santos (2007) é essencialmente epistemológica — ela aponta para a coexistência e o diálogo

entre sistemas de conhecimento, mas não oferece, por si mesma, critérios jurídicos para resolver conflitos entre esses sistemas quando surgem em contextos normativos concretos. Como traduzir “reconhecimento mútuo entre saberes” em norma exigível? Quem tem legitimidade para aferir se um conhecimento tradicional foi suficientemente reconhecido em um processo de negociação sobre acesso a recursos genéticos? Essas perguntas revelam que a ecologia de saberes, embora indispensável como horizonte normativo, precisa ser complementada por instrumentos jurídicos capazes de operacionalizá-la — o que reforça a necessidade de reformulação dos regimes de propriedade intelectual e de biodiversidade defendida neste trabalho.

A segunda objeção é de ordem empírica e diz respeito ao risco de idealização. Tratar os conhecimentos tradicionais como sistemas intrinsecamente harmônicos e sustentáveis pode obscurecer a heterogeneidade interna das comunidades detentoras desses saberes — suas tensões, hierarquias e disputas —, bem como a diversidade de posições que essas comunidades assumem diante de questões como acesso a mercados, uso de tecnologias externas e participação em processos de negociação internacional. Reconhecer essa complexidade não enfraquece o argumento pela proteção jurídica dos conhecimentos tradicionais; ao contrário, torna-o mais robusto, pois evita que a defesa desses saberes se apoie em uma imagem essencializada das comunidades que os produzem. Como o próprio Berkes (2012) demonstra ao tratar do *Traditional Ecological Knowledge*, esses sistemas são dinâmicos, adaptativos e internamente diferenciados — o que exige que os instrumentos jurídicos de proteção sejam igualmente flexíveis e sensíveis à pluralidade de situações concretas.

Essa releitura ganha ainda mais relevância quando articulada aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, especialmente o ODS 15, que trata da proteção da vida terrestre e da biodiversidade. Relatórios internacionais, como os produzidos pela Plataforma Intergovernamental sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (IPBES), têm reconhecido o papel fundamental dos conhecimentos tradicionais na conservação da biodiversidade e na resiliência dos ecossistemas (IPBES, 2019). Práticas de manejo florestal, sistemas agrícolas tradicionais e o uso sustentável de re-

cursos naturais evidenciam formas de interação entre sociedade e natureza baseadas em princípios de reciprocidade, equilíbrio e interdependência, refletindo relações orientadas pela cooperação e pela manutenção dos ciclos ecológicos (Berkes, 2012; IPBES, 2019).

A análise da proteção jurídica desses conhecimentos não pode ser reduzida à constatação de lacunas normativas. Como aponta Dutfield (2000), trata-se de uma tensão estrutural entre sistemas de conhecimento orientados por lógicas distintas: de um lado, o regime clássico da propriedade intelectual, fundado na exclusividade e na mercantilização; de outro, formas de produção de saber marcadas pela coletividade, continuidade intergeracional e inseparabilidade entre dimensões culturais e territoriais. Nesse contexto, a tentativa de enquadramento desses conhecimentos nas categorias tradicionais do direito pode implicar processos de redução e reconfiguração, esvaziando sua complexidade.

Mais do que uma inadequação técnica, evidencia-se um desalinhamento epistemológico que revela os limites do modelo jurídico vigente e suas implicações em um cenário global marcado por assimetrias históricas na apropriação de recursos imateriais. Assim, a incorporação de conhecimentos tradicionais em agendas contemporâneas, como as vinculadas à sustentabilidade corporativa, exige não apenas instrumentos de proteção, mas uma revisão crítica das bases normativas que orientam sua regulação.

A discussão sobre conhecimentos tradicionais como tecnologia assume, nesse contexto, uma dimensão política. Trata-se de questionar quem define o que é tecnologia, quais critérios são utilizados para sua validação e quais sistemas de conhecimento são legitimados ou excluídos. Como argumenta Shiva (2001), a invisibilização desses saberes está diretamente relacionada a processos históricos de colonização e à imposição de modelos de desenvolvimento baseados na exploração intensiva dos recursos naturais.

A incorporação dessa perspectiva no campo jurídico exige uma reconfiguração dos instrumentos de proteção existentes. Mais do que adaptar esses conhecimentos às categorias clássicas da propriedade intelectual, é necessário repensar o próprio conceito de proteção, considerando mecanismos que respeitem sua natureza coletiva e assegurem a participação

ativa das comunidades detentoras. Nesse sentido, experiências de proteção *sui generis*, bem como instrumentos internacionais de acesso e repartição de benefícios, oferecem caminhos promissores, ainda que insuficientes.

Ao reconhecer os conhecimentos tradicionais como tecnologia, abre-se espaço para sua integração efetiva nas estratégias de enfrentamento da crise climática. Essa integração, contudo, não pode ocorrer de forma instrumental ou extrativista, devendo estar ancorada nos princípios da justiça climática, garantindo não apenas a utilização desses saberes, mas também o reconhecimento, a participação e a repartição justa de benefícios para as comunidades que os produzem.

A ampliação do conceito de tecnologia também permite compreender sua dimensão epistemológica e social. Conforme destaca Vieira Pinto (2005), a tecnologia não se reduz à técnica em si, mas envolve sua compreensão crítica, isto é, uma reflexão sobre os processos, valores e finalidades que orientam a ação técnica. Reconhecer os conhecimentos tradicionais como tecnologia implica, portanto, reconhecer sua capacidade de produzir interpretações próprias sobre a realidade, deslocando a centralidade de modelos únicos de validação do saber.

Assim, a reconstrução do conceito de tecnologia a partir de uma perspectiva plural e inclusiva revela-se condição indispensável para a construção de um novo contrato social climático. Nesse contrato, os conhecimentos tradicionais deixam de ocupar uma posição periférica e passam a ser reconhecidos como elementos centrais na formulação de respostas jurídicas, políticas e tecnológicas à crise ambiental global.

3 LIMITES DA PROPRIEDADE INTELECTUAL NA PROTEÇÃO DOS CONHECIMENTOS TRADICIONAIS: ENTRE EXCLUSIVIDADE, APROPRIAÇÃO E JUSTIÇA CLIMÁTICA

A incorporação dos conhecimentos tradicionais ao debate sobre justiça climática impõe uma revisão crítica dos instrumentos jurídicos disponíveis para sua proteção. Nesse contexto, a propriedade intelectual — entendida como um sistema de direitos exclusivos sobre criações intelectuais

cuja finalidade é o desenvolvimento social, econômico e tecnológico (Barbosa, 2010) — ocupa posição central, seja como potencial mecanismo de valorização desses saberes, seja como estrutura que, paradoxalmente, pode contribuir para sua marginalização. A tensão entre exclusividade e acesso, característica desses regimes, torna-se particularmente evidente quando confrontada com a natureza coletiva, dinâmica e intergeracional dos conhecimentos tradicionais.

O sistema clássico de propriedade intelectual foi historicamente estruturado a partir de pressupostos que privilegiam a individualidade da autoria, a novidade como requisito essencial e a possibilidade de exploração econômica em mercados formais. Essa arquitetura não revela apenas uma incompatibilidade técnica com os conhecimentos tradicionais — revela uma assimetria mais profunda, na qual apenas o modelo científico-industrial é plenamente reconhecido e protegido juridicamente, enquanto formas de produção de saber orientadas pela coletividade e pela continuidade cultural permanecem sistematicamente desprotegidas. (Dutfield, 2000)

Apesar dessas limitações estruturais, os instrumentos habituais da propriedade intelectual têm sido mobilizados, de forma pontual, para lidar com situações específicas de apropriação indevida. Mecanismos como direito de autor, marcas, indicações geográficas, patentes e segredos comerciais podem oferecer alguma proteção contra usos abusivos e exploração não autorizada. No entanto, essa proteção ocorre de maneira fragmentada, sendo incapaz de responder de forma sistêmica às particularidades dos conhecimentos tradicionais.

No âmbito do direito de autor, regime jurídico que protege obras intelectuais por meio da atribuição de direitos ao autor sobre a forma de expressão de suas criações, embora determinadas expressões culturais tradicionais possam ser enquadradas como obras protegidas, há obstáculos significativos. A exigência de originalidade, a necessidade de identificação de autoria e a limitação temporal da proteção entram em tensão direta com a natureza coletiva, cumulativa e intergeracional desses saberes. Além disso, a proteção autoral não abrange ideias, estilos ou modos de fazer, permitindo que elementos centrais desses conhecimentos sejam livremente apropriados por terceiros. (Brasil, 1998)

Situação semelhante ocorre com o sistema de marcas — destinado a identificar e distinguir produtos ou serviços no mercado por meio de sinais distintivos —, que pode desempenhar papel relevante tanto na proteção defensiva, impedindo o uso ofensivo ou enganoso de símbolos culturais, quanto na valorização econômica por meio de marcas coletivas ou de certificação. Ainda assim, sua eficácia depende de requisitos formais, como registro e uso no comércio, e de inserção em dinâmicas mercantis, o que limita sua aplicabilidade em contextos comunitários tradicionais. (Brasil, 1996)

As indicações geográficas, por sua vez — sinais distintivos que vinculam determinado produto à sua origem territorial, associando-lhe qualidades, reputação ou características específicas —, embora relevantes para a valorização territorial, operam de maneira localizada e não abrangem a totalidade das dimensões culturais, espirituais e identitárias envolvidas. (Brasil, 1996)

Essa lacuna normativa abre espaço para a biopirataria, isto é, a apropriação indevida de recursos biológicos e conhecimentos tradicionais associados por meio de mecanismos jurídicos como patentes ou registros de propriedade intelectual, sem o consentimento das comunidades detentoras e sem a devida repartição de benefícios. Trata-se de um fenômeno que evidencia as assimetrias globais na exploração da biodiversidade e a persistência de dinâmicas de natureza colonial na apropriação de recursos e saberes, frequentemente legitimadas por estruturas jurídicas que desconsideram sua origem coletiva (Shiva, 1997). No mesmo sentido, Dutfield (2000) aponta que tais práticas decorrem da inadequação dos critérios da propriedade intelectual frente às características desses conhecimentos, especialmente no que se refere à ausência de autoria individual e aos processos cumulativos de produção.

Exemplos concretos evidenciam essas tensões. O caso do neem (*Azadirachta indica*), planta amplamente utilizada por comunidades indianas há séculos para fins medicinais e agrícolas, envolveu a concessão de patente sobre seu uso como fungicida a empresas estrangeiras, posteriormente revogada pelo Escritório Europeu de Patentes após a compro-

vação de conhecimento tradicional pré-existente (European Patent Office, 2000). Situação semelhante ocorreu com a tentativa de patenteamento da ayahuasca (*Banisteriopsis caapi*) nos Estados Unidos, cuja patente foi posteriormente contestada e revogada (United States Patent And Trademark Office, 1999). No contexto brasileiro, destaca-se o caso do cupuaçu, em que empresa estrangeira tentou registrar a marca sobre produto amplamente associado à biodiversidade amazônica, o que gerou mobilização institucional e posterior cancelamento do registro (Rezende; Ribeiro, 2009). Esses casos demonstram como os regimes clássicos de propriedade intelectual podem ser instrumentalizados para privatizar conhecimentos coletivos e ancestrais, revelando não apenas falhas técnicas, mas também assimetrias estruturais na forma como diferentes sistemas de conhecimento são reconhecidos e protegidos juridicamente.

A crítica a esse modelo não implica, contudo, sua rejeição absoluta, mas a necessidade de sua reconfiguração. Instrumentos internacionais como a Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB) e o Protocolo de Nagoya representam avanços significativos ao introduzirem a lógica do acesso e da repartição justa e equitativa de benefícios (Access and Benefit-Sharing – ABS). Esses instrumentos reconhecem que os conhecimentos tradicionais associados à biodiversidade possuem valor econômico e cultural, e que sua utilização deve estar condicionada ao consentimento livre, prévio e informado (Free, Prior and Informed Consent – FPIC) das comunidades detentoras.

O Protocolo de Nagoya, em particular, estabelece um marco normativo relevante ao prever mecanismos para garantir que os benefícios decorrentes da utilização de recursos genéticos e conhecimentos associados sejam compartilhados de forma justa. No entanto, sua efetividade depende da implementação nacional e da articulação com os sistemas de propriedade intelectual, o que ainda constitui um desafio significativo. Como apontam Correa (2020) e Chiarolla (2011), a ausência de obrigações claras de divulgação da origem dos recursos genéticos nos pedidos de patente, bem como a dificuldade de rastreamento do uso desses conhecimentos, limita o alcance prático desses instrumentos.

Diante dessas limitações, intensificaram-se, no plano internacional, esforços de articulação entre o sistema de propriedade intelectual e os regimes de biodiversidade. Como expressão desse movimento, destaca-se a adoção, em maio de 2024, do Tratado da Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI) sobre Propriedade Intelectual, Recursos Genéticos e Conhecimentos Tradicionais Associados (WIPO, 2024). Após mais de duas décadas de negociações no âmbito do Comitê Intergovernamental sobre Propriedade Intelectual e Recursos Genéticos, Conhecimentos Tradicionais e Folclore da OMPI (*Intergovernmental Committee on Intellectual Property and Genetic Resources, Traditional Knowledge and Folklore - IGC*), o tratado introduziu, pela primeira vez, obrigações multilaterais específicas voltadas à interface entre propriedade intelectual e biodiversidade, especialmente por meio da exigência de divulgação da origem dos recursos genéticos e, quando aplicável, dos conhecimentos tradicionais associados em pedidos de patente.

Essa exigência de *disclosure of origin* constitui uma resposta direta a uma das principais lacunas identificadas na governança internacional do tema, ao buscar aumentar a transparência do sistema de patentes, facilitar o monitoramento do uso de recursos genéticos e fortalecer a implementação dos princípios de acesso e repartição de benefícios. Ao exigir que os requerentes indiquem a origem ou a fonte dos recursos utilizados, o tratado pretende reduzir práticas de apropriação indevida e criar condições institucionais para maior responsabilização dos usuários.

Apesar de seu potencial transformador, o tratado apresenta limites importantes. A obrigação de divulgação possui caráter predominantemente formal, não implicando automaticamente a verificação substantiva da legalidade do acesso ou da existência de consentimento prévio informado, o que já vinha sendo apontado na literatura como uma limitação recorrente das propostas de *disclosure* no sistema de patentes (Correa, 2020). Além disso, sua eficácia dependerá da forma como os Estados internalizarão suas disposições e da capacidade administrativa de monitoramento e fiscalização. Por fim, o tratado não altera estruturalmente a lógica individualista e mercantil da propriedade intelectual, permanecendo tensionado pela difi-

culdade de acomodar formas coletivas, dinâmicas e contextuais de produção de conhecimento (Chiarolla, 2011).

Ainda assim, sua adoção sinaliza um reconhecimento, ainda que parcial, das assimetrias históricas que marcam a apropriação de recursos genéticos e saberes tradicionais no sistema internacional de propriedade intelectual. Mais do que resolver essas tensões, o tratado evidencia a crescente pressão por uma governança mais equitativa e plural, na qual a proteção jurídica não se limite à lógica da inovação formal, mas incorpore também as dimensões culturais, territoriais e coletivas da produção de conhecimento.

Cabe reconhecer, contudo, que parte da literatura especializada resiste a conclusões de ruptura estrutural com o sistema de propriedade intelectual. Correa (2020) e Chiarolla (2011), embora críticos das limitações do regime vigente, sustentam que reformas incrementais — como a exigência de divulgação de origem nos pedidos de patente, o fortalecimento dos mecanismos de acesso e repartição de benefícios e o desenvolvimento de sistemas *sui generis* complementares — podem produzir avanços significativos sem comprometer a segurança jurídica que o sistema oferece aos investidores e às próprias comunidades que buscam valorizar economicamente seus conhecimentos. Nessa perspectiva, a adoção do Tratado da OMPI de 2024 seria não um passo insuficiente, mas um avanço concreto dentro de uma trajetória possível de transformação gradual.

O argumento reformista não é, contudo, desprovido de fundamento: propostas de reconfiguração ampla do sistema de PI podem gerar instabilidade normativa e, paradoxalmente, reduzir a proteção efetiva das comunidades tradicionais durante o período de transição. No entanto, ela encontra um limite estrutural que o próprio percurso histórico evidencia. Como demonstram os casos do neem, da ayahuasca e do cupuaçu, a biopirataria não resulta de lacunas pontuais que reformas incrementais possam preencher — ela é produto de uma lógica sistêmica que privilegia a apropriação individual e formal sobre formas coletivas e contextuais de produção de conhecimento. Ajustes procedimentais, por mais relevantes que sejam, não alteram essa lógica de base. A exigência de divulgação de origem, por

exemplo, aumenta a transparência do sistema, mas não reconhece as comunidades como titulares de direitos — apenas como fontes de informação a serem declaradas. A diferença entre ser reconhecido como sujeito de direito e ser mencionado como origem de um recurso é precisamente o que a justiça climática, em sua dimensão de reconhecimento (Schlosberg, 2007), exige superar.

Mesmo diante desses avanços, persiste o risco de uma abordagem meramente compensatória. A monetização dos conhecimentos tradicionais, embora possa gerar benefícios econômicos, não substitui a necessidade de reconhecimento político e jurídico das comunidades como sujeitos de direito e protagonistas na governança ambiental. Nesse sentido, a justiça climática — entendida como a articulação entre dimensões distributivas, de reconhecimento e de participação — exige ir além da lógica econômica, incorporando também a valorização da diversidade epistemológica.

Outro aspecto relevante diz respeito à dificuldade de enquadramento desses saberes nas categorias jurídicas existentes. Como demonstrado, tentativas de proteção por meio de direitos autorais, patentes ou segredos comerciais frequentemente resultam em distorções conceituais, uma vez que esses instrumentos foram concebidos para realidades distintas. A criação de sistemas *sui generis* de proteção tem sido apontada como alternativa, mas ainda carece de consolidação normativa e de harmonização internacional.

Nesse cenário, a propriedade intelectual deve ser repensada não apenas como um conjunto de direitos exclusivos, mas como parte de um arranjo mais amplo de governança do conhecimento. Isso implica reconhecer que diferentes regimes — incluindo direitos coletivos, *commons*, normas consuetudinárias e mecanismos de proteção cultural — podem coexistir e se complementar. A integração desses instrumentos é essencial para garantir que os conhecimentos tradicionais sejam protegidos de forma adequada, sem comprometer sua natureza, sua função social e sua inserção territorial.

Dessa forma, os limites da propriedade intelectual na proteção dos conhecimentos tradicionais devem ser compreendidos como expressão de

um modelo de governança que ainda privilegia determinados sistemas de conhecimento em detrimento de outros. Superar esses limites exige uma abordagem integrada que reconfigure as bases epistemológicas e normativas que sustentam a governança da propriedade intelectual, orientando-a para modelos mais inclusivos e sensíveis à pluralidade de sistemas de conhecimento.

Essa reflexão conduz à necessidade de construção de novos paradigmas normativos, nos quais a proteção dos conhecimentos tradicionais não seja apenas um mecanismo de defesa contra a apropriação indevida, mas um instrumento de valorização, fortalecimento e participação ativa das comunidades na governança climática global — tema que será aprofundado a seguir, a partir da análise da proposta de um novo contrato social climático e do papel do “Círculo dos Povos” na COP 30.

4 PARA UM NOVO CONTRATO SOCIAL CLIMÁTICO: O “CÍRCULO DOS POVOS” E A CENTRALIDADE DOS CONHECIMENTOS TRADICIONAIS NA GOVERNANÇA GLOBAL

A insuficiência dos regimes clássicos de propriedade intelectual na proteção dos conhecimentos tradicionais, aliada às assimetrias estruturais que marcam a governança climática global, evidencia a necessidade de revisão dos fundamentos normativos que orientam a ação climática. Nessa direção, a ideia de um “novo contrato social climático” deixa de ser apenas uma metáfora analítica e passa a indicar um horizonte concreto de reorganização das relações entre Estado, mercado, comunidades e natureza.

A noção de contrato social, tradicionalmente associada à formação do Estado moderno — em especial nas formulações de Locke (1689) e Rousseau (1762) —, baseia-se na ideia de que indivíduos, ao renunciarem a parte de sua liberdade, instituem uma ordem política capaz de garantir direitos e estabilidade. Esse modelo, entretanto, foi historicamente construído a partir de uma concepção restrita de sujeito político, que exclui não apenas comunidades tradicionais e povos indígenas, mas também sistemas de conhecimento que não se enquadram na racionalidade ocidental mo-

terna (Quijano, 2000; Santos, 2007). A crise climática, ao expor os limites desse paradigma, impõe sua reformulação em bases mais inclusivas, plurais e ecologicamente orientadas.

Sob essa perspectiva, o contrato social climático remete à redefinição dos termos sob os quais diferentes atores participam da produção, circulação e apropriação de recursos naturais e conhecimentos associados. Em diálogo com a tradição do contrato social, especialmente na formulação de Rawls (1971), trata-se de repensar os critérios de justiça que orientam a distribuição de benefícios e encargos, agora ampliados para o campo ambiental e intergeracional. Contudo, diferentemente do modelo clássico, centrado na relação entre indivíduos e Estado, essa proposta exige a incorporação de novos sujeitos e dimensões normativas.

A contribuição de Schlosberg (2007) aprofunda essa perspectiva ao compreender a justiça climática como uma articulação entre distribuição, reconhecimento e participação. Nessa abordagem, não basta redistribuir recursos ou compensar danos; torna-se indispensável reconhecer identidades, saberes e formas de vida historicamente marginalizadas, bem como assegurar sua participação efetiva nos processos decisórios. Essa ampliação do conceito de justiça é essencial para compreender a centralidade dos conhecimentos tradicionais na governança climática.

De modo convergente, a crítica de Boaventura de Sousa Santos (2007) evidencia a necessidade de superar um modelo que exclui determinados sujeitos e formas de conhecimento da esfera de reconhecimento jurídico e político. Ao incorporar a noção de ecologia de saberes, essa perspectiva aponta para a coexistência de múltiplos sistemas epistemológicos e para a necessidade de sua articulação na construção de respostas à crise climática.

À luz dessas contribuições, o contrato social climático passa a operar como um arranjo normativo orientado à redistribuição das relações de poder na governança ambiental, no qual comunidades tradicionais e povos indígenas deixam de ocupar posições periféricas e passam a ser reconhecidos como sujeitos de direito e participantes ativos nos processos decisórios. Isso envolve não apenas sua inclusão formal, mas o reconhecimento de sua

autonomia, de seus sistemas normativos próprios e de sua contribuição efetiva para a sustentabilidade.

Tal transformação implica também a superação de uma visão instrumental da natureza, tradicionalmente tratada como recurso econômico, para incorporá-la como elemento constitutivo das relações sociais e jurídicas. Em lugar da lógica dominante de exploração, propõe-se uma lógica de corresponsabilidade, na qual Estado, mercado e sociedade compartilham deveres na proteção dos ecossistemas e na promoção da justiça climática.

No âmbito da COP 30, o “Círculo dos Povos” constituiu uma das inovações mais significativas do modelo de governança climática proposto pela presidência brasileira da conferência. Tratou-se de uma estrutura institucional criada pela Presidência da COP 30 e presidida pela ministra dos Povos Indígenas, Sonia Guajajara, composta por duas comissões internacionais — a Comissão Internacional Indígena e a Comissão Internacional de Comunidades Tradicionais, Afrodescendentes e Agricultura Familiar — e articulada junto aos Ministérios dos Povos Indígenas, da Igualdade Racial, do Meio Ambiente e do Desenvolvimento Agrário (Brasil, 2025a). Sua primeira reunião formal ocorreu em abril de 2025, por ocasião da 24ª sessão do Fórum Permanente sobre Questões Indígenas da ONU, em Nova York, sinalizando sua inserção nos espaços multilaterais de deliberação climática desde o início do ciclo preparatório (Brasil, 2025a).

No plano doméstico, o Ministério dos Povos Indígenas conduziu o denominado Ciclo COParente — 15 encontros realizados em todos os biomas brasileiros, envolvendo quase dois mil indígenas de 391 povos (Brasil, 2025b), processo que resultou na credenciação de 360 representantes para a Zona Azul da COP 30, configurando a maior delegação indígena da história das conferências do clima (Brasil, 2025c; Agência Brasil, 2025). Em paralelo, a AldeiaCOP, instalada no campus da Universidade Federal do Pará, acolheu cerca de 3.500 participantes (Funai, 2025; Agência Brasil, 2025) — incluindo povos tradicionais da América Latina, África e Ásia — e abrigou espaços de debate, expressão cultural e prática espiritual, evidenciando que a participação pretendida não se limitou à presença simbólica nas negociações formais (Agência Brasil, 2025).

As demandas centrais articuladas no âmbito do Círculo dos Povos revelaram a conexão direta entre proteção territorial e ação climática: o reconhecimento da demarcação de terras indígenas como política de mitigação climática, sua incorporação nas Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs) dos países, e a criação de canais de financiamento direto para as comunidades (Agência Brasil, 2025). Esses pleitos encontram respaldo em evidências empíricas consistentes. Pesquisa do Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia estima que os territórios indígenas na Amazônia Legal armazenam cerca de 12,9 bilhões de toneladas de carbono — aproximadamente 26% do total estocado nas florestas da região (IPAM, 2018). Segundo o World Resources Institute, a demarcação e proteção dessas terras pode evitar a emissão de cerca de 31 milhões de toneladas anuais de carbono (WRI, 2016 apud ISA, 2016). Já dados da Articulação dos Povos Indígenas do Brasil indicam que, entre 2013 e 2023, a taxa de desmatamento em territórios indígenas reconhecidos foi 87,5% menor do que a registrada em áreas privadas e públicas não destinadas (APIB, 2025). Tais números não apenas reforçam o argumento da efetividade prática dos conhecimentos tradicionais, como evidenciam que demarcar territórios é, ao mesmo tempo, um ato de justiça histórica e uma estratégia concreta de contenção do colapso ambiental.

Sob esse prisma, o Círculo dos Povos pode ser compreendido como um marco institucional relevante, ainda que seus limites precisem ser reconhecidos. Em seus discursos durante a Pré-COP, a ministra Marina Silva sublinhou a dimensão estrutural da iniciativa: a criação do Círculo dos Povos representaria uma forma de assegurar a participação democrática em um tema que diz respeito a todos (Brasil, 2025d). Contudo, a inclusão de novos atores nos espaços formais de deliberação não garantiu, por si só, a transformação das relações de poder que historicamente orientaram a governança climática. Como demonstram as tensões em torno da implementação do Protocolo de Nagoya e do recente Tratado da OMPI, mecanismos participativos podem coexistir com estruturas que continuam a privilegiar interesses econômicos consolidados. A efetividade do Círculo dos Povos dependerá, portanto, da criação de mecanismos concretos de implementação e monitoramento — incluindo a incorporação efetiva das NDCs indí-

genas e quilombolas nos acordos finais da conferência — e da capacidade de traduzir representação política em transformação normativa real.

Esse deslocamento envolve, igualmente, a revisão da ideia de neutralidade tecnológica. Como argumenta Vieira Pinto (2005), a tecnologia não é neutra, mas expressa condições sociais e históricas específicas. A predominância de uma concepção tecnocientífica ocidental reflete, nesse sentido, processos de legitimação que definem quais saberes são reconhecidos como tecnologia e quais permanecem marginalizados. A valorização dos conhecimentos tradicionais, portanto, não se limita à sua inclusão, mas envolve a revisão dos próprios critérios de validação do conhecimento.

A centralidade desses saberes nesse novo arranjo normativo não decorre apenas de uma exigência ética, mas também de sua efetividade prática. Como demonstrado ao longo deste trabalho, conhecimentos tradicionais constituem sistemas tecnológicos complexos, capazes de promover a conservação da biodiversidade, a adaptação às mudanças climáticas e o uso sustentável dos recursos naturais. Sua exclusão não apenas reproduz desigualdades históricas, mas compromete a própria eficácia das políticas climáticas.

Nesse horizonte, o consentimento livre, prévio e informado (FPIC) assume papel estruturante. A incorporação do FPIC como princípio estruturante da governança climática representa um avanço normativo significativo. No entanto, sua efetividade prática enfrenta desafios que vão além da vontade política dos Estados e que precisam ser reconhecidos para que a proposta não permaneça no plano retórico. Ward (2011), em análise abrangente do FPIC no direito internacional, identificou uma lacuna persistente entre os padrões normativos em desenvolvimento e a prática estatal concreta, concluindo que consultas só produzem resultados efetivos quando reconhecidas como expressões do direito à autodeterminação — e não como meros procedimentos administrativos.

Três ordens de problemas merecem atenção específica. A primeira diz respeito à representatividade: a questão de quem fala em nome da comunidade para fins de consentimento não tem resposta simples. Lideranças formalmente reconhecidas pelo Estado frequentemente não coincidem

com as autoridades legítimas segundo os sistemas normativos próprios das comunidades, o que pode resultar em processos de consulta formalmente válidos, mas substantivamente esvaziados — problema que Anaya (2004) identifica como estrutural na interface entre direito internacional dos povos indígenas e os sistemas de autoridade interna das comunidades. A segunda tensão reside na distinção entre consulta e consentimento. Como observam organismos internacionais de direitos humanos, muitos instrumentos convencionais exigem consulta — e não consentimento —, o que é um limiar significativamente mais baixo: sem o reconhecimento do direito de veto, comunidades tradicionais podem ser ouvidas sem que suas objeções produzam qualquer efeito jurídico vinculante (Ohchr, 2023; Ward, 2011). A terceira dificuldade é de ordem interna: comunidades não são monolíticas, e disputas sobre como responder a propostas de acesso a conhecimentos tradicionais são frequentes. O FPIC, tal como estruturado nos instrumentos internacionais vigentes, não oferece mecanismos claros para lidar com dissensos internos, o que pode levar à paralisia decisória ou à captura do processo por grupos com maior acesso institucional — limitação que Doyle (2015) examina ao analisar a implementação do FPIC em contextos de conflito entre facções internas de comunidades indígenas (Berkes, 2012).

Reconhecer esses limites não equivale a abandonar o FPIC como princípio — equivale a tomá-lo em sua integralidade. A construção de um novo contrato social climático que incorpore genuinamente os conhecimentos tradicionais exige afirmar o FPIC como diretriz e desenvolver mecanismos concretos que garantam processos participativos culturalmente adequados, respeitem os sistemas de tomada de decisão próprios das comunidades e assegurem que o consentimento produza efeitos jurídicos reais — e não apenas registre a realização de uma consulta.

A articulação entre o FPIC e os regimes de propriedade intelectual torna-se, assim, particularmente relevante. Em um cenário de crescente utilização de conhecimentos tradicionais no desenvolvimento de tecnologias verdes e soluções baseadas na natureza, torna-se indispensável assegurar que sua utilização esteja condicionada ao consentimento das comunidades e à repartição justa de benefícios. Isso demanda não apenas ajustes

nos sistemas de propriedade intelectual, mas a construção de mecanismos híbridos de proteção.

A consolidação de um novo contrato social climático pressupõe, portanto, a superação da lógica unilateral de produção e apropriação do conhecimento. Em seu lugar, impõe-se um modelo baseado na co-criação, na reciprocidade e na corresponsabilidade, no qual comunidades tradicionais deixam de ser vistas como fornecedoras passivas de conhecimento e passam a atuar como sujeitos centrais na definição das agendas climáticas.

Essa transformação implica, ainda, uma redefinição do papel das instituições. Estados, organismos internacionais e instituições científicas devem atuar em diálogo com diferentes sistemas de conhecimento, não em uma lógica de assimilação, mas de complementaridade. Os instrumentos jurídicos, por sua vez, devem refletir essa pluralidade, reconhecendo diferentes formas de titularidade e circulação do conhecimento.

Dessa forma, a construção de uma governança climática inclusiva passa necessariamente pelo reconhecimento da centralidade dos conhecimentos tradicionais e pela reformulação dos instrumentos jurídicos que regulam sua proteção e utilização. A propriedade intelectual, nesse novo cenário, deve atuar não como barreira, mas como instrumento de articulação entre diferentes sistemas de conhecimento, contribuindo para a construção de soluções mais justas, eficazes e sustentáveis.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise desenvolvida ao longo deste artigo permite retornar ao problema de pesquisa formulado: em que medida a inadequação estrutural dos regimes clássicos de propriedade intelectual para a proteção dos conhecimentos tradicionais pode ser superada por um novo paradigma de governança climática — e em que termos a iniciativa do Círculo dos Povos representou uma inflexão normativa nessa direção?

A hipótese central do trabalho foi confirmada em sua dupla dimensão. Em relação ao primeiro componente, demonstrou-se que o sistema de propriedade intelectual não apenas se mostra estruturalmente insuficiente

para proteger os conhecimentos tradicionais, como opera ativamente como vetor de sua expropriação. Os casos do neem, da ayahuasca e do cupuaçu evidenciaram que a biopirataria não resulta de lacunas pontuais, mas de uma lógica sistêmica que privilegia a apropriação individual e formal sobre formas coletivas e contextuais de produção de conhecimento. Reformas incrementais — como as previstas no Tratado da OMPI de 2024 — representam avanços relevantes, mas não alteram essa lógica de base: aumentar a transparência do sistema é distinto de reconhecer as comunidades como titulares de direitos.

Em relação ao segundo componente, a análise do Círculo dos Povos revelou uma iniciativa com densidade institucional real — estruturada em comissões internacionais, ancorada em um processo de mobilização que envolveu dois mil indígenas de 391 povos e resultou na maior delegação indígena da história das COPs — mas cuja capacidade de produzir transformações normativas concretas permanece condicionada a variáveis que extrapolam o espaço da conferência em si. A inflexão que o Círculo dos Povos sinalizou é real enquanto reorientação política e epistemológica; sua tradução em obrigações jurídicas vinculantes — como a incorporação da demarcação de territórios nas NDCs dos países — dependerá de processos de implementação que ainda estão em aberto.

Nesse cenário, a articulação entre propriedade intelectual, regimes de biodiversidade e princípios de justiça climática revela-se indispensável. A persistência de abordagens centradas na exclusividade e na lógica compensatória evidencia a necessidade de soluções mais estruturais, que integrem dimensões distributivas, de reconhecimento e de participação. O FPIC, por sua vez, não pode operar apenas como requisito procedimental: sua efetividade depende do reconhecimento das comunidades como sujeitos de direito e da criação de mecanismos que garantam que o consentimento produza efeitos jurídicos reais.

É nesse contexto que a proposta de um novo contrato social climático adquire centralidade. Mais do que um rearranjo normativo, trata-se de uma reorientação das próprias bases que sustentam a governança ambiental global, incorporando novos sujeitos, reconhecendo a pluralidade de

sistemas de conhecimento e reposicionando as relações entre Estado, mercado, comunidades e natureza. A experiência do Círculo dos Povos na COP 30, com todas as suas potencialidades e limitações, constitui um indicador relevante de que essa reorientação é politicamente viável — o que não significa que seja normativa e institucionalmente garantida.

Dessa forma, a construção de uma governança climática justa e inclusiva exige a adaptação dos instrumentos jurídicos existentes, acompanhada da abertura do Direito à pluralidade epistemológica e à complexidade das relações socioambientais. A propriedade intelectual, nesse novo horizonte, deve deixar de operar como mecanismo de exclusão e passar a atuar como instrumento de articulação entre diferentes sistemas de conhecimento. Os conhecimentos tradicionais, nesse processo, deixam de ocupar uma posição periférica e passam a ser reconhecidos como elementos estruturantes de um novo paradigma jurídico — orientado à justiça climática, à equidade e à sustentabilidade.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA BRASIL. Todos da mesma aldeia: COP30 mobiliza 3 mil indígenas em Belém. **Agência Brasil**, Brasília, 12 nov. 2025. Disponível em: <https://agencia-brasil.ebc.com.br/meio-ambiente/noticia/2025-11/todos-da-mesma-aldeia-cop-30-mobiliza-3-mil-indigenas-em-belem>. Acesso em: 2 maio 2026.

AGÊNCIA GOV. Após seis anos, reconhecimento de terras indígenas contribuem para a preservação ambiental. **Agência Gov**, Brasília, dez. 2024. Disponível em: <https://agenciagov.ebc.com.br/noticias/202412/apos-seis-anos-reconhecimento-de-terras-indigenas-pelo-mjsp-vai-contribuir-para-a-preservacao-ambiental-de-biomas-brasileiros>. Acesso em: 2 maio 2026.

ANAYA, S. James. **Indigenous peoples in international law**. 2. ed. Oxford: Oxford University Press, 2004.

ARTICULAÇÃO DOS POVOS INDÍGENAS DO BRASIL (APIB). NDC Indígena: nossos territórios são a resposta à crise climática. Brasília: **APIB**, 2025. Disponível em: <https://apiboficial.org/files/2025/11/PT-NDC-Indigena.pdf>. Acesso em: 2 maio 2026.

BARBOSA, Denis Borges. **Tratado da Propriedade Intelectual**. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2010.

BERKES, Fikret. **Sacred ecology**. 3. ed. New York: Routledge, 2012.

BRASIL. Lei nº 9.279, de 14 de maio de 1996. Regula direitos e obrigações relativos à propriedade industrial. **Diário Oficial da União**, Brasília, 15 maio 1996.

BRASIL. Lei nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998. Regula os direitos autorais. **Diário Oficial da União**, Brasília, 20 fev. 1998.

BRASIL. Ministério dos Povos Indígenas. Círculo dos Povos. **COP 30**, Brasília, 2025a. Disponível em: <https://cop30.br/pt-br/presidencia-da-cop30/circulos/circulo-dos-povos>. Acesso em: 2 maio 2026.

BRASIL. Ministério dos Povos Indígenas. Ciclo COParente: Brasil realiza maior mobilização indígena para uma Conferência do Clima. **COP 30**, Brasília, 11 nov. 2025b. Disponível em: <https://cop30.br/pt-br/noticias-da-cop30/ciclo-coparente-brasil-realiza-maior-mobilizacao-indigena-para-uma-conferencia-do-clima>. Acesso em: 2 maio 2026.

BRASIL. Ministério dos Povos Indígenas. Minister Sonia Guajajara highlights pioneering role of the Peoples' Circle during Pre-COP in Brasília. **COP 30**, Brasília, 13 out. 2025c. Disponível em: <https://cop30.br/en/news-about-cop30/minister-sonia-guajajara-highlights-pioneering-role-of-the-peoples-circle-during-pre-cop-in-brasilia>. Acesso em: 2 maio 2026.

BRASIL. Ministério dos Povos Indígenas. Comissão de comunidades tradicionais é instaurada para a COP30. **COP 30**, Brasília, 2025d. Disponível em: <https://cop30.br/pt-br/noticias-da-cop30/comissao-de-comunidades-tradicionais-e-instaurada-para-a-cop30>. Acesso em: 2 maio 2026.

CHIAROLLA, Claudio. **Intellectual property, agriculture and global food security: the privatization of crop diversity**. Cheltenham: Edward Elgar, 2011.

CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO (CNPq). **Portaria nº 2.664, de 2026**. Institui a Política de Integridade Científica do CNPq e estabelece diretrizes para o uso de Inteligência Artificial na pesquisa científica. Brasília: CNPq, 2026.

CORREA, Carlos M. *Trade Related Aspects of Intellectual Property Rights: a commentary on the TRIPS Agreement*. 2. ed. Oxford: Oxford University Press, 2020.

DOYLE, Cathal M. **Indigenous peoples, title to territory, rights and resources: the transformative role of free, prior and informed consent**. London: Routledge, 2015.

DUTFIELD, Graham. **Intellectual property rights, trade and biodiversity**. London: Earthscan, 2000.

EUROPEAN PATENT OFFICE (EPO). **Revocation of European Patent EP0436257 (Neem)**. Munich: EPO, 2000. Disponível em: <https://www.epo.org/en/boards-of-appeal/decisions/t010416eu1>. Acesso em: 1 maio 2026.

FUNDAÇÃO NACIONAL DOS POVOS INDÍGENAS (FUNAI). COP com maior participação indígena da história viabiliza proteção de territórios e mecanismos de fortalecimento da pauta. Brasília: **FUNAI**, 5 dez. 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/funai/pt-br/assuntos/noticias/2025/cop-com-maior-participacao-indigena-da-historia-viabiliza-protecao-de-territorios-e-mecanismos-de-fortalecimento-da-pauta>. Acesso em: 2 maio 2026.

INSTITUTO DE PESQUISA AMBIENTAL DA AMAZÔNIA (IPAM). Quanto de carbono está armazenado nos territórios indígenas na Amazônia brasileira? **IPAM Amazônia**, Belém, 2018. Disponível em: <https://ipam.org.br/entenda/quanto-de-carbono-esta-armazenado-nos-territorios-indigenas-na-amazonia-brasileira/>. Acesso em: 2 maio 2026.

INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL (ISA). Terra indígena facilita meta climática. **Notícias Socioambientais**, São Paulo, 6 out. 2016. Disponível em: <https://site-antigo.socioambiental.org/pt-br/noticias-socioambientais/terra-indigena-facilita-meta-climatica>. Acesso em: 2 maio 2026.

INTERGOVERNMENTAL SCIENCE-POLICY PLATFORM ON BIODIVERSITY AND ECOSYSTEM SERVICES (IPBES). Global assessment report on biodiversity and ecosystem services. Bonn: **IPBES Secretariat**, 2019. Disponível em: <https://ipbes.net/global-assessment>. Acesso em: 1 maio 2026.

LOCKE, John. **Dois tratados sobre o governo**. Tradução de Julio Fischer. São Paulo: Martins Fontes, 2005.

OHCHR – UNITED NATIONS HUMAN RIGHTS OFFICE OF THE HIGH COMMISSIONER. Consultation and free, prior and informed consent (FPIC). Geneva: OHCHR, 2023. Disponível em: <https://www.ohchr.org/en/indigenous-peoples/consultation-and-free-prior-and-informed-consent-fpic>. Acesso em: 2 maio 2026.

QUIJANO, Aníbal. Colonialidad del poder, eurocentrismo y América Latina. In: LANDER, Edgardo (org.). **La colonialidad del saber: eurocentrismo y ciencias sociales. Perspectivas latinoamericanas**. Buenos Aires: CLACSO, 2000. p. 201–246.

RAWLS, John. **A theory of justice**. Cambridge: Harvard University Press, 1971.

REZENDE, Enio Antunes; RIBEIRO, Maria Teresa Franco. O cupuaçu é nosso? Aspectos atuais da biopirataria no contexto brasileiro. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, v. 3, n. 2, p. 53–74, maio/ago. 2009.

ROUSSEAU, Jean-Jacques. **Do contrato social**. Tradução de Lourdes Santos Machado. São Paulo: Abril Cultural, 1978.

SANTOS, Boaventura de Sousa. Para além do pensamento abissal: das linhas globais a uma ecologia de saberes. **Novos Estudos CEBRAP**, São Paulo, n. 79, p. 71–94, nov. 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/nec/a/ytPjkXXYbTRxn-J7THFDBrG/>. Acesso em: 1 maio 2026.

SANTOS, Boaventura de Sousa. **A gramática do tempo: para uma nova cultura política**. São Paulo: Cortez, 2010.

SCHLOSBERG, David. **Defining environmental justice: theories, movements, and nature**. Oxford: Oxford University Press, 2007.

SECRETARIAT OF THE CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY. **Nagoya Protocol**. Montreal: CBD, 2011.

SHIVA, Vandana. **Biopiracy: the plunder of nature and knowledge**. Boston: South End Press, 1997.

SHIVA, Vandana. **Protect or plunder? Understanding intellectual property rights**. London: Zed Books, 2001.

SHIVA, Vandana. **Earth democracy: justice, sustainability and peace**. Cambridge: South End Press, 2005.

UNITED NATIONS. **Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development**. New York: UN, 2015.

UNITED NATIONS. **United Nations Declaration on the Rights of Indigenous Peoples**. New York: UN, 2007.

UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE (USPTO). **Patent No. USPP5751 (Banisteriopsis caapi)**. Washington, DC: USPTO, 1986. Revoked in 1999. Disponível em: <https://patents.google.com/patent/USPP5751P/en>. Acesso em: 1 maio 2026.

VIEIRA PINTO, Álvaro. **O conceito de tecnologia**. Rio de Janeiro: Contraponto, 2005.

WARD, Tara. The right to free, prior, and informed consent: indigenous peoples' participation rights within international law. **Northwestern University Journal of International Human Rights**, Chicago, v. 10, n. 2, p. 54–84, 2011. Disponível em: <https://scholarlycommons.law.northwestern.edu/njihr/vol10/iss2/2>. Acesso em: 2 maio 2026.

WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION (WIPO). **WIPO treaty on intellectual property, genetic resources and associated traditional knowledge**. Geneva: WIPO, 2024. Disponível em: <https://www.wipo.int>. Acesso em: 27 abr. 2026.

GOVERNANÇA DE DADOS E COMPLIANCE NA BIOECONOMIA DIGITAL: O PAPEL DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA SALVAGUARDA DA BIODIVERSIDADE E DOS CONHECIMENTOS TRADICIONAIS PARA A COP 30

Pauline Dulcinéia Mesquita Santiago¹
Liz Beatriz Sass²

RESUMO

A emergência da bioeconomia digital no bioma amazônico reconfigurou o cenário do biocolonialismo, deslocando a extração física de recursos biológicos para a apropriação desmaterializada de Informações de Sequenciamento Digital (*Digital Sequence Information* – DSI) e conhecimentos tra-

¹ Doutoranda em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), na linha de Gestão de Operações. Mestre em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação (PROFNIT) e Mestre em Engenharia de Materiais. Atua como Engenheira e Chefe da Coordenadoria de Sistemas de Gestão Integrada (CSG) no Centro de Lançamento de Alcântara (CLA/DCTA). Atuou como Chefe de Gestão Ambiental e Chefe de Gestão de Inovação no Centro de Lançamento de Alcântara. É pesquisadora na área de Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação e Gestão de Operações.

² Doutora em Direito pela Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC (2016), com estágio de Doutorado na Universidade de Alicante (Espanha) pelo PDSE da CAPES. Mestre em Direito Público pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos (2006) e Especialista em Direito Empresarial pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (2005). É Professora adjunta no Departamento de Direito e no Programa de Pós-graduação em Direito da Universidade Federal de Santa Catarina - PPGD/UFSC. Atuou como Secretária de Aperfeiçoamento Institucional (Secretaria de Aperfeiçoamento Institucional- SEAI), junto ao Gabinete da Reitoria da UFSC, na gestão de 2018 a 2022. É líder do Núcleo de Pesquisa em Propriedade Intelectual da UFSC (NUPPI) e colaboradora do Observatório Nacional de Direitos Autorais - ONDA. Compõe o corpo de árbitros da Câmara de Mediação e Arbitragem da Associação Comercial e Industrial de Florianópolis - ACIF. E-mail: liz.sass@ufsc.br.

dicionais associados. Diante do processo preparatório e das deliberações da COP 30 realizada em Belém, este artigo analisa em que medida o sistema de governança de dados e o ecossistema de *compliance* da Propriedade Intelectual brasileira, potencializados pela Inteligência Artificial (IA), são capazes de salvaguardar a integridade dos saberes ancestrais e atender aos compromissos de segurança jurídica e inovação verde das Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs) do Brasil. Trata-se de pesquisa qualitativa e exploratória, pautada pelo método dedutivo com perspectiva crítica e dialética, amparada em revisão bibliográfica e análise documental de marcos normativos nacionais (Lei nº 13.123/2015) e internacionais (CDB, Protocolo de Nagoya e Tratado da OMPI de 2024). A pesquisa confirma a hipótese de que a governança atual permanece reativa e fragmentada. Demonstra-se que o rigor de *compliance* do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) e o cadastro no SisGen encontram no imperativo de divulgação obrigatória de origem do Tratado da OMPI de 2024 um relevante avanço. Todavia, ante a lacuna da DSI no âmbito internacional, ferramentas algorítmicas de IA e plataformas como o *Amazon Bank of Codes* e a biblioteca indiana TKDL despontam como infraestruturas indispensáveis para a auditoria em larga escala de patentes e rastreabilidade de ativos genéticos. Conclui-se que a tecnologia somente atuará como um escudo efetivo contra o biocolonialismo e o bioepistemicídio se for submetida à supervisão humana qualificada, aos Princípios CARE e aos Protocolos Comunitários Bioculturais, assegurando a soberania informacional dos povos originários.

Palavras-chave: Bioeconomia Digital; Conhecimentos Tradicionais; Inteligência Artificial; Compliance; Propriedade Intelectual; COP 30.

1 INTRODUÇÃO

A trigésima Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (COP 30), realizada em Belém do Pará em 2025, prometeu ser um marco histórico para a governança ambiental global e para a operacionalização do Acordo de Paris. No cerne das negociações deste pacto, compreendido na literatura como o novo contrato

social da humanidade ante a ameaça à segurança climática coletiva (Vecchione-Gonçalves, 2024), estão as Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs), que consubstanciam os compromissos formais de cada Estado-Parte para a mitigação de gases de efeito estufa e a adaptação aos impactos extremos.

Para o Brasil, o cumprimento destas metas ambiciosas depende intrinsecamente da transição para uma bioeconomia amazônica de alto valor agregado (Chermont, 2024). Esse modelo produtivo emergente pressupõe a utilização de insumos biológicos e inovações tecnológicas aliadas aos ciclos naturais, buscando o desenvolvimento e o uso eficiente da energia sem comprometer a integridade dos ecossistemas (Chermont, 2024). Contudo, a academia adverte que a implementação da bioeconomia não pode operar sob uma racionalidade estritamente mercadológica que desvincule a natureza de seus arranjos socioculturais, sob o risco de reproduzir lógicas extrativistas e gerar novos biocolonialismos (Gebara; Ramcilovic-Suominen; Schmidlehner, 2023). Para que se torne um vetor de justiça climática, esse avanço biotecnológico precisa reconhecer o valor multifacetado da floresta em pé e garantir o protagonismo de seus provedores originais, exigindo, como premissa inegociável, o respeito, a inclusão e a salvaguarda dos conhecimentos tradicionais e ancestrais que sustentam essa biodiversidade (Chermont, 2024; Gebara; Ramcilovic-Suominen; Schmidlehner, 2023).

Nesse ecossistema de inovação, os Conhecimentos Tradicionais (CTs) emergem não apenas como patrimônio cultural imaterial, mas como vetores estratégicos de eficiência em pesquisa e desenvolvimento (P&D). De acordo com a Lei nº 13.123/2015, o conhecimento tradicional associado é a informação ou prática, individual ou coletiva, de populações indígenas ou comunidades tradicionais, com valor real ou potencial, sobre as propriedades e usos de elementos da biodiversidade (Brasil, 2015). Academicamente e na prática biotecnológica, esses saberes atuam como autênticos “atalhos biotecnológicos” que orientam a identificação de moléculas e processos, encurtando as fases de descoberta empírica e reduzindo drasticamente o tempo, os custos operacionais e os riscos de inovação no desenvolvimento de novos bioprodutos (Shiva, 2001; Silva; Melo, 2001).

A exploração indevida desses ativos configura a biopirataria, prática que consiste na apropriação monopolística de recursos biológicos e saberes ancestrais sem a obtenção do consentimento prévio fundamentado dos seus detentores e à margem de qualquer repartição justa e equitativa dos benefícios econômicos gerados (Santilli, 2006). Historicamente, o Brasil tem enfrentado episódios emblemáticos dessa expropriação, a exemplo do cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*), cujo nome e derivados industriais chegaram a ser registrados como marca e patente por uma corporação transnacional japonesa (Duran, 2011). Outro caso notório envolveu a jararaca (*Bothrops jararaca*): o princípio ativo de seu veneno serviu de base para a formulação do Captopril, um medicamento anti-hipertensivo que gerou dividendos bilionários a laboratórios estrangeiros sem que o país auferisse os devidos *royalties* pela inteligência biológica nacional (Miranda, 2005).

No cenário tecnológico contemporâneo, entretanto, o *modus operandi* dessa exploração sofisticou-se de forma alarmante. Para compreender a magnitude dessas novas ameaças, faz-se imperativo definir o paradigma da Bioeconomia Digital. Esse modelo emergente representa a evolução da exploração dos recursos naturais por meio de sua profunda convergência com tecnologias de fronteira, notadamente a Inteligência Artificial (IA), as redes de *blockchain* e a biologia sintética (Gebara; Ramcilovic-Suominen; Schmidlehner, 2023).

Sob esta nova racionalidade, a riqueza do bioma amazônico transcende a mera materialidade física da biomassa tangível, passando a ser valorada mercadologicamente por seus dados genéticos e moleculares. A bioeconomia digital viabiliza o uso da chamada Informação de Sequenciamento Digital (DSI - *Digital Sequence Information*), processo no qual os recursos genéticos são decodificados, convertidos em recursos *in silico* (arquivos digitais) e transmitidos globalmente via internet (Gebara; Ramcilovic-Suominen; Schmidlehner, 2023).

Essa desmaterialização transforma o patrimônio biológico e os saberes a ele associados em ativos intangíveis que podem ser recombinados e manipulados em laboratórios transnacionais, prescindindo de qualquer acesso presencial ao território das comunidades tradicionais. Consequen-

temente, permite-se que corporações biotecnológicas contornem os marcos regulatórios alfandegários e de repartição de benefícios, uma vez que nenhuma amostra física necessita cruzar as fronteiras soberanas do país provedor (Adekola, 2026). Portanto, o biocolonialismo transcendeu o tradicional contrabando físico de espécimes, mudas ou sementes; ele agora opera por meio do acesso às Informações de Sequenciamento Digital (DSI). Através desse fenômeno, sequências genômicas e dados etnobotânicos são desmaterializados e transmitidos globalmente via bancos de dados para alimentar as indústrias globais de fármacos e cosméticos, subvertendo a legislação nacional e invisibilizando as comunidades provedoras originárias (Gebara; Ramcilovic-Suominen; Schmidlehner, 2023).

Contudo, a transição para a denominada Bioeconomia Digital impõe desafios críticos e inéditos à Propriedade Intelectual (PI). Este cenário facilita a ocorrência da biopirataria cibernética, caracterizada pela exploração comercial desses ativos e pela apropriação patentária sem o devido Consentimento Livre, Prévio e Informado (FPIC) e sem a Repartição Justa e Equitativa de Benefícios (ABS) preconizada pelo Protocolo de Nagoya e pela Convenção sobre Diversidade Biológica (Santilli, 2005; WIPO, 2024). A comoditização desses dados agrava o risco de “bioepistemicídio”, reduzindo as complexas cosmologias indígenas (ou de comunidade tradicionais) a meros códigos financeiros de livre exploração (Gebara; Ramcilovic-Suominen; Schmidlehner, 2023).

Em resposta a essa vulnerabilidade estrutural, o Tratado da Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI) sobre Propriedade Intelectual, Recursos Genéticos e Conhecimentos Tradicionais Associados, adotado pelo Brasil em maio de 2024, estabeleceu um novo paradigma internacional de *compliance*. O documento impõe a exigência obrigatória de divulgação (*mandatory disclosure requirement*), determinando que os requerentes de patentes informem a origem dos recursos genéticos e identifiquem legalmente as comunidades provedoras dos saberes essenciais para a invenção (WIPO, 2024). No ordenamento jurídico brasileiro, essa diretriz global de transparência encontra amparo na Lei nº 13.123/2015 (Lei da Biodiversidade), que instituiu o Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado (SisGen) (Brasil, 2015).

Diante deste cenário o objetivo desta pesquisa é analisar a estruturação do sistema de governança de dados e o ecossistema de *compliance* da Propriedade Intelectual brasileira no que tange à salvaguarda da integridade dos conhecimentos tradicionais. A análise foca, prioritariamente, nas exigências de segurança jurídica e de inovação verde sustentável que alicerçam as Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs) do Brasil para a COP 30, investigando como a convergência técnica com a Inteligência Artificial pode potencializar esse regime de conformidade. Portanto, a pesquisa parte do seguinte questionamento: em que medida o sistema de governança de dados e o ecossistema de *compliance* da Propriedade Intelectual brasileira, potencializado pela convergência técnica com a Inteligência Artificial, é capaz de assegurar a integridade dos conhecimentos tradicionais e de atender às exigências de segurança jurídica e de inovação verde sustentável que alicerçam as Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs) do Brasil para a COP 30?

A hipótese central é de que o atual sistema de governança de dados e de *compliance* da Propriedade Intelectual brasileira, embora formalmente estruturado, permanece fragmentado e predominantemente reativo, não assegurando, por si só, a integridade dos conhecimentos tradicionais diante das dinâmicas de apropriação digital. Nesse cenário, a convergência técnica com a Inteligência Artificial, por meio de mecanismos de rastreabilidade, monitoramento preventivo de usos não autorizados e gestão preditiva de riscos, pode potencializar o regime de conformidade, desde que ancorada em parâmetros robustos de segurança jurídica e alinhada às metas de inovação verde das NDCs. Sustenta-se, ainda, a hipótese subsidiária de que essa potencialização somente se concretizará se a tecnologia for submetida a limites éticos e jurídicos claros, evitando que a própria IA se converta em novo vetor de cercamento dos saberes tradicionais e de concentração proprietária.

Para alcançar os objetivos propostos, adota-se a abordagem metodológica de natureza bibliográfica e documental, de caráter qualitativo e exploratório. Do ponto de vista dos procedimentos técnicos, vale-se da revisão sistemática de literatura e da análise documental, examinando tanto fontes primárias, quanto fontes secundárias. Entre as fontes primárias, destacam-

-se a legislação nacional pertinente, notadamente a Lei nº 13.123/2015, que dispõe sobre o acesso ao patrimônio genético e a proteção e o acesso ao conhecimento tradicional associado, os instrumentos internacionais ratificados pelo Brasil, como a Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB) e o Protocolo de Nagoya, as diretrizes do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) e os documentos oficiais que compõem as Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs) brasileiras apresentadas no âmbito da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC), com especial atenção aos compromissos preparatórios para a COP 30. Como fontes secundárias, mobiliza-se a doutrina especializada em Propriedade Intelectual, governança de dados, *compliance* e regulação de Inteligência Artificial, bem como estudos empíricos sobre biopirataria e sobre os impactos da digitalização sobre os regimes de proteção dos conhecimentos tradicionais.

O método de abordagem utilizado é o dedutivo, combinado a uma perspectiva crítica e dialética, apta a problematizar os discursos de sustentabilidade meramente formal e a expor as tensões entre a expansão proprietária e a salvaguarda da integridade dos saberes tradicionais. Reconhece-se, por fim, a limitação metodológica inerente à pesquisa bibliográfica e documental, que não comporta coleta empírica de campo, mas cuja validade se sustenta na robustez e na atualidade das fontes selecionadas.

Para responder à pergunta de partida e testar a hipótese formulada, a presente pesquisa encontra-se estruturada em três seções. Na primeira, examina-se o panorama histórico-normativo sobre conhecimentos tradicionais, com especial ênfase na discussão quanto ao Tratado da OMPI de 2024, sua exigência de transparência e implicações sobre a governança brasileira. Na segunda parte investiga-se como a convergência técnica com a Inteligência Artificial pode potencializar o regime de conformidade, discutindo seus limites éticos e jurídicos. Por fim, a terceira seção volta-se à análise de iniciativas e desdobramentos envolvendo conhecimentos tradicionais e Inteligência Artificial, com o intuito de identificar, a partir de casos e instrumentos concretos, as possibilidades e os limites dessa convergência para a salvaguarda da integridade dos saberes tradicionais.

2 GOVERNANÇA E PROTEÇÃO DOS CONHECIMENTOS TRADICIONAIS: UM PANORAMA HISTÓRICO-NORMATIVO ATÉ O TRATADO DA OMPI DE 2024

O panorama histórico normativo para a proteção dos Conhecimentos Tradicionais (CTs) percorreu um longo e complexo caminho jurídico e diplomático até culminar no Tratado da Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI) de 2024. Historicamente, os saberes e os recursos genéticos eram considerados “patrimônio comum da humanidade”, paradigma que permitia o livre acesso e a exploração desordenada por corporações transnacionais. No âmbito internacional, as primeiras tentativas de proteção, iniciadas na UNESCO, em 1989, com a *Recomendação sobre a Salvaguarda da Cultura Tradicional e Popular*, focavam essencialmente no folclore e na cultura intangível, mas se revelaram insuficientes para resguardar os povos tradicionais contra a exploração comercial e o monopólio patentário (Zanirato; Ribeiro, 2007).

Foi nesse contexto que se iniciaram as discussões que culminaram na Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB), firmada em junho de 1992, na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, a Rio-92, e ratificada pela maioria dos participantes, com exceção dos Estados Unidos (Sass, Melo, 2014). O contexto geopolítico de sua elaboração foi decisivo para a conformação de seus contornos. De um lado, o fim da Guerra Fria abriu espaço político-diplomático para temas que não estavam diretamente ligados à política de segurança e ao conflito leste-oeste. De outro, desde os anos 1970, as transformações econômicas, tecnológicas e políticas associadas à globalização impulsionaram o desenvolvimento das biotecnologias, para as quais a diversidade biológica e, sobretudo, as características transmitidas geneticamente passaram a funcionar como uma espécie de “matéria-prima” (Sass, Melo, 2014).

A CDB, portanto, não surgiu apenas de uma preocupação conservacionista, mas de uma nova perspectiva em torno da biodiversidade, que introduziu conceitos e objetos jurídicos inéditos no direito internacional e interno (Derani, 2002). Entre esses novos bens jurídicos, assume especial relevância a distinção entre *recurso biológico* e *recurso genético*. Embora

presentes no mesmo ente — por exemplo, uma espécie de árvore —, trata-se de objetos econômicos distintos. O recurso biológico apresenta-se, em sua substância, como uma *commodity* agrícola ou florestal. O recurso genético, por sua vez, constitui-se como bem jurídico informacional: a referência genética que confere ao ser vivo suas características físico-químicas e biológicas, parte que não representa o todo porque depende da interação das demais características do organismo que integra (Derani, 2002).

Essa distinção revela-se fundamental para a compreensão da governança dos conhecimentos tradicionais, pois antecipa a noção de que o valor econômico da biodiversidade reside, em grande medida, na informação que ela veicula. Tal percepção, formulada no início da década de 1990, antecipa o debate contemporâneo sobre a *Digital Sequence Information* (DSI), ou seja, informação de sequência digital, que hoje é um dos pontos centrais das negociações internacionais sobre acesso e repartição de benefícios. O que em 1992 se apresentava como “recurso genético” enquanto bem informacional, na atualidade se desdobra em dados genéticos digitalizados, passíveis de armazenamento, processamento e exploração por tecnologias computacionais, o que renova e intensifica as tensões já identificadas no momento de elaboração da CDB.

Além disso, a análise do conceito de “recurso” é indispensável para compreender as contradições que atravessam a governança global da biodiversidade. Como observa Vandana Shiva (2004), o termo “recurso” tem raiz no verbo latino *surgere*, que evoca a imagem de uma fonte que brota continuamente do chão, destacando o poder de auto-regeneração da natureza e sua prodigiosa criatividade. Com a industrialização, contudo, o significado de “recurso” foi transformado em matéria-prima para a indústria, e o mesmo processo passou a incidir sobre a própria vida, cujos recursos e processos vitais se transformam na nova matéria-prima. Nas palavras da autora: “A diversidade é substituída pelas monoculturas, a rede ecológica da vida é substituída pela engenharia da vida, a santidade da vida é substituída pela comercialização da vida” (Shiva, 2004, p. 186).

Esse processo de resignificação é revelador de uma mudança mais ampla: a dinâmica da política internacional da biodiversidade decorre me-

nos das necessidades de proteção ou de detenção da erosão da diversidade biológica e mais do multifacetado interesse de comercialização dessa diversidade (Sass, Melo, 2014). Embora a CDB tenha se orientado inicialmente pela preservação da biodiversidade, ao longo de seu processo de negociação e de elaboração do documento final outros atores com interesses econômicos passaram a exercer influência crescente, deslocando o eixo da conservação para a exploração.

Tal deslocamento evidencia-se na transição do *status* jurídico-econômico dos recursos genéticos, que deixam de ser bens livres (naturais), considerados herança comum da humanidade, para se tornarem bens privados (artificiais), de acesso condicionado e, por vezes, dotados de alto valor econômico. (Derani, 2002). Essa condição dúbia, ou seja, pública e privada ao mesmo tempo, é sintoma das contradições estruturais que marcam o regime internacional de proteção da biodiversidade e que se aprofundam com a entrada em cena do sistema de propriedade intelectual.

Nesse sentido, registra-se que, paralelamente ao processo que culminou na CDB, o sistema multilateral de comércio desenvolvia seu próprio marco para a propriedade intelectual. Em 1986, durante a Sessão Especial dos Ministros do Acordo Geral de Tarifas e Comércio (GATT), iniciou-se a Rodada Uruguai, encerrada em 1994 com a criação da Organização Mundial do Comércio (OMC). Um dos temas centrais dessa rodada foi o Acordo sobre Aspectos dos Direitos de Propriedade Intelectual Relacionados ao Comércio (TRIPS), cujo objetivo é a redução das distorções e obstáculos ao comércio internacional, mediante a proteção adequada e efetiva dos direitos de propriedade intelectual (Sass, Melo, 2014).

O TRIPS protege os inventos na área de biotecnologia, tais como fármacos, cultivares, fitomedicamentos, cosméticos e outros, e estabeleceu a possibilidade de concessão de direitos de exclusividade sobre os resultados das pesquisas em biotecnologia, garantindo sua mercantilização. Nesse sentido, o acordo constitutivo da OMC pode ser considerado um dos eventos mais importantes em torno da biodiversidade na década de 1990. Contudo, o TRIPS determinou a possibilidade de patenteamento de organismos geneticamente modificados e não contemplou diretamente os

conhecimentos tradicionais associados à diversidade biológica, o que o coloca, num primeiro momento, na contramão do que dispõe a CDB (Sass, Melo, 2014).

Com efeito, as contradições entre a lógica comercial dos direitos de propriedade intelectual e a tutela socioambiental da biodiversidade são profundas e estruturais. A literatura especializada denuncia que a aplicação de direitos de propriedade industrial sobre seres vivos e saberes ancestrais promove a privatização da biodiversidade e o cercamento dos bens comuns (*enclosure of the commons*), transformando recursos regenerativos e comunitários em mercadorias de monopólio privado (Derani, 2004; Shiva, 2001). Esse conflito ontológico contrapõe o paradigma privatista e individualista dos direitos de propriedade intelectual — voltado à proteção de investimentos de capital e ao lucro de multinacionais — ao paradigma comunitário da Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB), focado na conservação da natureza, no consentimento prévio e na repartição justa e equitativa de benefícios com os povos indígenas e comunidades locais (Derani, 2004; Shiva, 2001). Instrumentos multilaterais recentes, como o Tratado da OMPI de 2004 e o Fundo Cali da COP 16, surgem precisamente como tentativas de mitigar essa assimetria histórica ao impor requisitos de transparência e salvaguardas coletivas ao sistema global de patentes (OMPI, 2024; WWF, 2025).

A esse tensionamento soma-se uma crítica de natureza ética e epistemológica. Vandana Shiva (2004, p. 169) observa que “o *TRIPS* só reconhece os *DPIs* como direitos privados, não coletivos. Isso exclui todo tipo de conhecimento, ideias e inovações que ocorram numa comunidade intelectual — em aldeias de camponeses, tribos das florestas e até mesmo cientistas em universidades”. A proteção conferida pelo *TRIPS*, portanto, é individual e proprietária, enquanto a CDB reconhece direitos coletivos de comunidades locais e povos indígenas sobre os mesmos recursos.

Para além das contradições normativas, a governança global da biodiversidade caracteriza-se por omissões estruturais que comprometem a proteção dos conhecimentos tradicionais. Em primeiro lugar, verifica-se uma falta de coerência entre os regimes internacionais. Os direitos de pro-

priedade intelectual relativos aos recursos genéticos são negociados em múltiplos foros — OMC, OMPI, FAO e CDB —, cada qual concentrando distintos interesses e constelações de forças (Sass, Melo, 2014). Essa fragmentação institucional permite que os atores mais fortes, notadamente as empresas de biotecnologia e as forças políticas que as representam, privilegiem os espaços onde seus interesses podem ser alcançados com maior facilidade, em detrimento de uma regulação coerente e protetiva.

Em segundo lugar, observa-se uma assimetria de poder entre os países detentores de biodiversidade e aqueles que concentram o desenvolvimento científico e tecnológico. A diversidade genética não se distribui de forma homogênea, concentrando-se, em sua maior parte, em áreas tropicais situadas nos países em desenvolvimento. Por outro lado, o desenvolvimento científico e tecnológico em biotecnologia concentra-se nos países industrializados, onde se situam as grandes indústrias produtoras de sementes melhoradas em bases comerciais. Dessa assimetria resulta uma apropriação crescente de material genético dos países em desenvolvimento por indústrias e laboratórios oriundos dos países desenvolvidos (Sass, Melo, 2014).

Em terceiro lugar, a governança global da biodiversidade padece de uma omissão quanto à participação efetiva das comunidades tradicionais. Embora a CDB preconize a valorização e a participação dos povos indígenas e das comunidades locais, essa valorização é sobrepujada pelo princípio da soberania nacional, que confere aos governos nacionais, e não às comunidades, o direito de dispor da diversidade biológica. A participação dessas comunidades, sempre apresentada como necessária no cenário político internacional, não constitui, de fato, um direito demandável (Sass, Melo, 2014). As populações indígenas e as comunidades tradicionais tendem a ser funcionalizadas e reduzidas a um papel de meros preservadores da diversidade biológica, sem que sejam chamadas a participar de forma efetiva da governança global, em que pese serem as maiores interessadas.

Por fim, destaca-se a assimetria de *enforcement* entre os dois regimes. No âmbito da OMC, e, portanto do TRIPS, prevalece o poder de sanção na área comercial, com mecanismos de solução de controvérsias que legiti-

mam retaliações contra os membros inadimplentes. Este tipo de mecanismo não existe no âmbito da CDB (Sass, Melo, 2014). Essa diferença faz com que, no plano fático, prevaleçam os interesses da economia globalizada, orientados à mercantilização da biodiversidade e dos conhecimentos tradicionais, em detrimento dos objetivos de conservação e de repartição justa e equitativa de benefícios.

É precisamente nesse cenário de contradições e omissões que se insere a problemática da biopirataria. O mecanismo mais utilizado nessa apropriação indevida é o direito de patente, na medida em que bens e conhecimentos extraídos em dissonância com a CDB acabam, muitas vezes, por ser patenteados nos países do Norte, gerando direitos de exclusividade sobre bens ou conhecimentos até então entendidos como coletivos (Sass, Melo, 2014). Dessa forma, a superação da assimetria histórica entre o paradigma privatista do Acordo TRIPS/OMC — voltado ao monopólio patentário sobre a biodiversidade e os conhecimentos tradicionais — e o paradigma comunitário da Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB) exigia um mecanismo de *enforcement* procedimental no próprio coração do sistema internacional de propriedade industrial (Derani, 2002; Sass; Melo, 2014; Shiva, 2001).

Para solucionar tal problemática, a OMPI instituiu, no ano 2000, o Comitê Intergovernamental sobre Propriedade Intelectual e Recursos Genéticos, Conhecimentos Tradicionais e Folclore (IGC). Esse comitê dedicou-se por mais de duas décadas ao debate sobre modelos de proteção *sui generis* e medidas defensivas no sistema de patentes (WIPO, 2023; Zanirato; Ribeiro, 2007). Paralelamente, o arcabouço internacional foi adensado pelo Protocolo de Nagoya (2010), que estabeleceu diretrizes globais mais rígidas e detalhadas para o Acesso e a Repartição de Benefícios (ABS), reiterando a obrigatoriedade da obtenção do consentimento prévio fundamentado (Mont'alverne, 2012).

O Tratado da OMPI sobre Propriedade Intelectual, Recursos Genéticos e Conhecimentos Tradicionais Associados, aprovado por consenso em 24 de maio de 2024, sob a condução da diplomacia brasileira, respondeu a essa demanda histórica ao institucionalizar a exigência de divulgação obri-

gatória (*mandatory disclosure requirement*) em seu artigo 3º (OMPI, 2024; Nações Unidas Brasil, 2024; WIPO, 2024). A norma determina que, sempre que uma invenção for baseada em recursos genéticos ou conhecimentos tradicionais, o solicitante passa a ter o dever legal de revelar a origem desses ativos. Na prática, os requerentes devem declarar o país provedor ou identificar legalmente o Povo Indígena ou a comunidade local que forneceu o saber essencial, criando um mecanismo de transparência global, o denominado “efeito holofote”, indispensável para romper a assimetria informacional na cadeia biotecnológica (Fernández-Tresguerres, 2025; Jefferson, 2025).

Ressalta-se que o tratado tem como objetivos centrais aumentar a eficácia, a transparência e a qualidade do sistema global de patentes, prevenindo a concessão errônea de privilégios industriais para invenções que não cumpram os requisitos de novidade ou atividade inventiva em relação à sociobiodiversidade e aos saberes ancestrais (WIPO, 2024). Ao condicionar a regularidade procedimental dos pedidos de patente à declaração do país fornecedor ou da comunidade tradicional detentora do saber, o tratado insere um “ponto de verificação” (*checkpoint*) ético no direito internacional, vinculando a concessão de privilégios comerciais à observância das regras de consentimento e repartição de benefícios (Adekola, 2026; WIPO, 2024).

A governança estabelecida pelo Tratado da OMPI sobre Propriedade Intelectual, Recursos Genéticos e Conhecimentos Tradicionais Associados, representa, portanto, uma transição de um sistema patentário focado na visão comercial para um regime que incorpora transparência e rastreabilidade sobre a sociobiodiversidade (WIPO, 2024). Diferente de convenções puramente ambientais, este tratado atua criando um arcabouço processual de “pontos de verificação” (*checkpoints*) na governação global da propriedade intelectual, visando mitigar a biopirataria e a concessão errônea de patentes (Adekola, 2026).

Para garantir a eficácia do sistema sem desestabilizar o mercado de inovações, o artigo 5º do Tratado estabelece um equilíbrio entre sanções e segurança jurídica. Embora oriente os Estados a implementarem medidas legais para punir a omissão de dados, instituiu-se um “teto” protetivo: nenhuma patente já concedida poderá ser revogada baseando-se exclusi-

vamente na falta de divulgação da origem. A sanção extrema de nulidade só é admitida caso fique comprovada a “intenção fraudulenta” (má-fé) do solicitante, permitindo que erros processuais genuínos sejam retificados antes de punições severas (WIPO, 2024; Adekola, 2026).

A operacionalização desta rastreabilidade é descrita no artigo 6º, que prevê a criação de sistemas de informação e bases de dados estruturadas sobre recursos genéticos e conhecimentos tradicionais. Esta infraestrutura, desenvolvida em consulta com as comunidades provedoras, visa municiar os examinadores de patentes com provas de anterioridade (*prior art*), evitando o monopólio indevido de saberes já existentes (Fernández-Tresgüerras, 2025).

Contudo, a governança do tratado enfrenta limitações sistêmicas críticas. A principal lacuna reside na exclusão da Informação de Sequenciamento Digital (DSI) do escopo obrigatório, o que permite que o patrimônio genético seja digitalizado e transferido globalmente sem a necessidade de acesso físico ou declaração de origem (Adekola, 2026). Somando-se à regra de irretroatividade (artigo 4º), que isenta patentes anteriores à sua vigência, evidencia-se que a eficácia real deste “holofote” normativo dependerá intrinsecamente da sua integração com tecnologias de auditoria algorítmica e legislações nacionais de repartição de benefícios.

Portanto, o Tratado da OMPI de 2024, ao institucionalizar a exigência de transparência quanto à origem dos recursos genéticos e conhecimentos tradicionais, ataca diretamente uma das contradições centrais identificadas entre a CDB e o TRIPS: a ausência de mecanismos que vinculem a concessão de direitos de exclusividade à observância das regras de acesso e repartição de benefícios. Trata-se, contudo, de um avanço ainda limitado, na medida em que a eficácia do Tratado ainda depende da efetiva implementação nacional e da capacidade de monitoramento e fiscalização. Esses desafios ainda se renovam e se intensificam diante da digitalização da informação genética e do avanço das tecnologias de Inteligência Artificial.

Em termos de contexto nacional, a estruturação da proteção dos conhecimentos tradicionais associados iniciou-se com a Constituição Federal de 1988, pioneira ao garantir o pluralismo jurídico e cultural do País,

reconhecendo expressamente, em seu artigo 231, a organização social, os costumes, as tradições e os direitos originários dos povos indígenas (Brasil, 1988; Torino *et al.*, 2024). Para regulamentar as diretrizes da CDB em território nacional, o debate legislativo ganhou força em 1995 com o Projeto de Lei do Senado nº 306/95, que visava estabelecer regras rigorosas de acesso à sociobiodiversidade e impor sanções à biopirataria (Arcanjo, 1997; Abdala, 2014). Pressionado por escândalos e pela urgência do tema, o governo editou, no ano 2001, a Medida Provisória (MP) nº 2.186-16, que determinou que o acesso ao patrimônio genético só ocorreria mediante autorização da União. Essa norma criou o Conselho de Gestão do Patrimônio Genético (CGEN), exigiu a anuência prévia das comunidades e formalizou os Contratos de Utilização e Repartição de Benefícios (Brasil, 2001).

Atuando de forma complementar a essa MP e funcionando como um filtro de qualidade ética, o Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) publicou, em 2006, a Resolução nº 134. Esse ato normativo passou a obrigar os requerentes de patentes baseadas na biodiversidade brasileira a informar o número de autorização e o certificado de procedência legal expedido pelo CGEN (Novion; Baptista, 2006). Por fim, buscando modernizar o fluxo burocrático e destravar as pesquisas científicas, o Brasil promulgou a Lei nº 13.123/2015 (conhecida como o Marco da Biodiversidade), que substituiu a morosa exigência de autorização prévia por um modelo declaratório focado no registro, e instituiu o Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado (SisGen) (Brasil, 2015).

Não obstante o avanço representado pela simplificação procedimental, a Lei nº 13.123/2015 é objeto de profundas críticas, que comprometem justamente o eixo protetivo que o regime deveria assegurar. Em primeiro lugar, o processo legislativo que a antecedeu transcorreu à margem da participação efetiva das comunidades tradicionais e dos povos indígenas, principais destinatários da proteção, os quais não foram chamados a contribuir de forma substantiva com o debate, o que fragiliza a legitimidade democrática do marco normativo. Em segundo lugar, a lei restringiu consideravelmente o alcance da repartição de benefícios: ao excluir do dever de repartição diversas hipóteses de utilização do patrimônio genético e do

conhecimento tradicional associado, tornou a obrigatoriedade da repartição uma exceção e não a regra, invertendo a lógica protetiva que orientara a CDB. Em terceiro lugar, mesmo nas hipóteses em que a repartição permanece obrigatória, os valores fixados foram reputados irrisórios, sendo insuficientes para compensar, de forma justa e equitativa, as comunidades detentoras dos saberes, o que esvazia, na prática, o objetivo de repartição de benefícios que fundamenta o regime. A essas críticas soma-se a constatação de que o modelo declaratório, ao confiar a verificação da regularidade ao próprio usuário, transfere à fiscalização pública um ônus que dificilmente se realiza de modo efetivo, fragilizando o controle sobre o acesso e a utilização dos conhecimentos tradicionais (Moreira, Porro, Silva; 2017).

Diante deste contexto, a análise da governança brasileira à luz do Tratado da OMPI de 2024 revela que o Brasil atua, historicamente, como um precursor, principalmente, na adoção de mecanismos de rastreabilidade (Novion; Baptista, 2006). Nesse sentido, a gestão do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) tem buscado harmonizar a proteção aos direitos intelectuais com a promoção do acesso e da repartição justa dos benefícios decorrentes da sociobiodiversidade, estruturando um ecossistema de conformidade que antecede o próprio consenso multilateral (Boff, 2006; WIPO, 2024).

O núcleo desta governança reside na função do INPI como um “ponto de verificação” (*checkpoint*) estratégico. Enquanto o Tratado da OMPI de 2024 inova globalmente ao impor o Requisito de Divulgação Obrigatória, o Brasil já operacionalizava essa exigência através de um arranjo integrado entre a Lei da Propriedade Industrial (Lei nº 9.279/1996), o Marco da Biodiversidade (Lei nº 13.123/2015) e a histórica Resolução nº 134/2006 do INPI. Atualmente, esse fluxo de *compliance* é fortalecido pelas diretrizes do novo Tratado da OMPI, que consolida a obrigatoriedade de o requerente declarar o acesso ao patrimônio genético ou ao conhecimento tradicional associado no momento do depósito. Desse modo, a regularidade junto ao SisGen deixa de ser uma mera formalidade para se tornar uma condição de procedibilidade do exame técnico (Brasil, 2015; WIPO, 2024).

Essa atuação integrada, por seu turno, exige uma coordenação sistêmica entre o INPI e o Conselho de Gestão do Patrimônio Genético

(CGEN). Enquanto o CGEN atua como a autoridade nacional que gerencia a autorização de acesso e a repartição de benefícios, o INPI funciona como o validador final da conformidade ética do pedido. Caso o acesso tenha ocorrido sem o Consentimento Prévio Fundamentado das comunidades, a exploração privada por meio do sistema de patentes configura biopirataria, sujeitando o título à nulidade por violação da ordem pública e dos bons costumes, conforme previsto no artigo 18 da LPI (Santilli, 2005).

Para operacionalizar essa governança de dados e evitar a concessão indevida de privilégios sobre saberes já existentes, o sistema brasileiro alinha-se à diretriz do artigo 6º do Tratado da OMPI ao utilizar bancos de dados estruturados como prova de “estado da técnica” (*prior art*). O acesso a Bibliotecas Digitais de Conhecimentos Tradicionais permite que os examinadores do INPI identifiquem se um pedido tenta se apropriar de um conhecimento de domínio ancestral, reforçando o bloqueio à biopirataria e elevando a qualidade técnica do exame (Adekola, 2026; WIPO, 2024).

Em suma, a governança da Propriedade Intelectual no Brasil demonstra que a conservação da biodiversidade e a segurança jurídica da inovação dependem de uma abordagem de *compliance* orquestrada. O histórico normativo nacional, agora potencializado pelo rigor do Tratado da OMPI de 2024, consolida um escudo institucional que impede que a exclusividade mercadológica sirva como instrumento de esbulho das populações tradicionais, garantindo que a bioeconomia digital brasileira tente avançar sobre bases éticas e legalmente rastreáveis.

3 A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL COMO GUARDIÃ DA BIODIVERSIDADE E DOS CONHECIMENTOS TRADICIONAIS

Se o recente alinhamento normativo do INPI, impulsionado pelas diretrizes do Tratado da OMPI de 2024, estabeleceu o imperativo da rastreabilidade mediante a vinculação obrigatória ao SisGen, a Inteligência Artificial (IA) emerge como o mecanismo tecnológico com potencial para viabilizar essa auditoria em larga escala. O elemento central desta conjuntura é a governança de dados: sem a futura adoção de sistemas de IA, o

rigor normativo do INPI corre o risco de tornar-se uma burocracia inoperante, incapaz de rastrear e detectar fraudes sofisticadas inerentes à Bioeconomia Digital. Embora o Estado brasileiro ainda esteja estruturando a integração plena dessas ferramentas, a literatura especializada ratifica que as ferramentas de monitoramento automatizado são o horizonte viável e essencial para a proteção contínua de ativos de Propriedade Intelectual em um ambiente digital dinâmico (Johnson; Smith, 2021).

A exigência de transparência nos depósitos patentários, reforçada pelo novo paradigma internacional, demanda o processamento de um volume massivo de informações cruzadas. Nesse cenário prospectivo, algoritmos de *Machine Learning* (aprendizado de máquina) assumem a função de auditores contínuos, com capacidades analíticas aplicadas, primeiramente, ao cruzamento de dados em larga escala. A integração de IA e *Machine Learning* em sistemas de monitoramento de Propriedade Intelectual permite uma detecção mais precisa e eficiente de violações, reduzindo significativamente o tempo de resposta (Brown; Smith; Taylor, 2020).

Sistemas automatizados terão a capacidade de realizar a verificação de pedidos de patentes internacionais e cruzá-los com as bases de dados do SisGen. Se um requerente tenta patentear um princípio ativo ou inovação que apresente correlação não declarada com saberes milenares de uma comunidade amazônica, a IA sinaliza a inconformidade, viabilizando o “efeito holofote” (*searchlight effect*) de verificação exigido pelo novo Tratado da OMPI (Adekola, 2026).

Em um segundo eixo crítico, a IA projeta-se na detecção da biopirataria digital. O grande risco estrutural para as negociações da COP 30 reside na extração do “código” genético da floresta por meio da Informação de Sequenciamento Digital (DSI), um fenômeno que permite que o patrimônio genético seja digitalizado e transferido globalmente sem a necessidade de acesso físico ao território (Gebara; Ramcilovic-Suominen; Schmidlechner, 2023).

Como o Tratado da OMPI de 2024 deixou uma perigosa lacuna, descrita por especialistas como uma “oportunidade perdida” (*missed opportunity*), ao não incluir expressamente a DSI em suas exigências obrigatórias

de divulgação inicial (Adekola, 2026), a IA desponta como a única ferramenta técnica com capacidade analítica para rastrear essas sequências genéticas digitais em bancos de dados globais, a exemplo do *Amazon Bank of Codes*. Essa vigilância algorítmica detectará o uso de informações de origem brasileira para o lucro corporativo estrangeiro sem a devida repartição de benefícios, atuando como uma barreira essencial para conter o avanço do que a literatura define como biocolonialismo digital e bioepistemicídio (Gebara; Ramcilovic-Suominen; Schmidlehner, 2023).

Diante da “lacuna da DSI” deixada pelo Tratado da OMPI de 2024, que silenciou sobre a circulação desmaterializada de sequências genéticas, a salvaguarda contra o biocolonialismo digital passou a exigir um duplo escudo, multilateral e tecnológico (Adekola, 2026;G; Ramcilovic-Suominen; Schmidlehner, 2023). No plano normativo, essa lacuna encontra resposta na Convenção sobre Diversidade Biológica através do Fundo Cali (*Cali Fund*), estabelecido na COP 16 e consolidado na sessão de Roma (2025), o qual institui a cobrança obrigatória sobre o uso comercial de dados genéticos digitais pelo setor privado, destinando 50% dos seus recursos diretamente aos povos indígenas e comunidades locais (WWF, 2025). No plano operacional, esse mecanismo de repartição multilateral só se torna efetivo quando integrado a algoritmos de Inteligência Artificial capazes de auditar *in silico* os bancos de dados genômicos e rastrear fluxos de DSI em plataformas abertas como o *Amazon Bank of Codes*, assegurando a conformidade e a conexão com os registros do SisGen (Brasil, 2015, 2024; World Economic Forum, 2018)

Enquanto o maquinário estatal avança para essa realidade algorítmica, iniciativas acadêmicas, redes globais e plataformas independentes já atestam na prática o uso da tecnologia na defesa proativa da sociobiodiversidade. Destaca-se internacionalmente a iniciativa *Local Contexts*, uma plataforma que utiliza “etiquetas digitais” (*tags*) para identificar a propriedade intelectual atrelada a dados do patrimônio cultural indígena, incorporando os direitos autorais e as restrições éticas diretamente ao conhecimento ancestral catalogado (Torino *et al.*, 2024). Em paralelo, redes como a *Indigenous Data Network* (IDN) operam ambientes digitais nos quais os dados tradicionais são armazenados e acessados estritamente sob o crivo

dos Princípios CARE (Benefício Coletivo, Autoridade para Controlar, Responsabilidade e Ética), garantindo a soberania informacional dos povos originários (Torino *et al.*, 2024).

No cenário nacional impulsionado pela COP 30, a articulação prática entre ciência e saberes comunitários ganha contornos expressivos por meio do Centro Integrado da Sociobiodiversidade Amazônica (CISAM). Reunindo dezenas de universidades da região Norte, o CISAM integra ativamente os conhecimentos tradicionais às tecnologias de monitoramento da flora e fauna (Universidade Federal do Pará, 2024). Portanto, demonstra-se que a integração de sistemas de IA, *machine learning* e de bancos de dados construídos sob uma ética comunitária permite não apenas uma detecção ágil de violações, mas atua como um instrumento proativo e indispensável para blindar os conhecimentos tradicionais contra a apropriação indevida no atual estágio da bioeconomia (Brown; Smith; Taylor, 2020).

Apesar do inegável potencial da Inteligência Artificial como ferramenta proativa de proteção no sistema patentário, a literatura adverte para os riscos estruturais inerentes à delegação dessa vigilância de forma acrítica aos algoritmos. O primeiro grande desafio reside na ausência de transparência algorítmica e nos vieses de processamento. Sistemas de IA treinados predominantemente com bases de dados originadas da agricultura industrial e da lógica científica ocidental podem, sistematicamente, subvalorizar ou interpretar de forma errônea a racionalidade das práticas tradicionais (Mishra, 2025). Ademais, a falta de transparência sobre o funcionamento matemático dessas “caixas-pretas” algorítmicas, muitas vezes protegidas por direitos de propriedade intelectual e segredos comerciais de grandes corporações, pode ocultar vieses e criar barreiras ao acesso à informação, reforçando desigualdades sistêmicas e epistêmicas (Marques, 2024).

O segundo risco, de caráter imediato para o INPI, é a ocorrência perigosa de “falsos negativos” no cruzamento de patentes. A eficácia de uma IA auditora depende intrinsecamente do volume e da abrangência dos bancos de dados que a alimentam. Contudo, grande parte dos saberes medicinais, ecológicos e linguísticos das comunidades tradicionais possui natureza coletiva, intergeracional e é transmitida estritamente de forma oral

(Adekola, 2026; Gomes, 2024). Tendo em vista que muitos desses saberes ancestrais ainda não foram documentados em bases digitais, seja por escassez de recursos técnicos ou por serem legitimamente mantidos em segredo pelas comunidades por seu caráter sagrado, a verificação algorítmica de um pedido de patente muito provavelmente não encontrará correspondência prévia na rede.

Nesse cenário de lacuna informacional, a IA poderia atestar erroneamente a suposta “novidade” de uma invenção biotecnológica (gerando o falso negativo), cancelando a biopirataria de um saber oral não catalogado sob uma falsa aura de infalibilidade tecnológica. A literatura reforça que a tentativa de forçar o conhecimento oral fluído em bancos de dados estáticos para o mero treinamento de algoritmos corre o risco de simplificar e reduzir significados culturais profundos (Adekola, 2026). Portanto, para mitigar essas vulnerabilidades éticas e processuais, a governança tecnológica no pós-COP 30 deve garantir que o “pente-fino” algorítmico atue apenas como uma ferramenta complementar à supervisão humana qualificada. Acima de tudo, exige-se o controle soberano dos dados pelos próprios povos originários. Esta governança de dados biocultural é o que garantirá que a IA atue como um escudo de *compliance*, e não como um novo instrumento de exclusão e biocolonialismo disfarçado de inovação (Gomes, 2024)

Por conseguinte, entre esses dois pólos, ou seja, o potencial proativo da Inteligência Artificial como instrumento de transparência e *compliance* e os riscos estruturais de sua adoção acrítica, a síntese possível não reside na rejeição da tecnologia, tampouco em sua sacralização, mas no desenho de uma governança algorítmica juridicamente condicionada. A IA tem o seu caráter definido pelo arcabouço normativo e institucional que a disciplina. Nesse sentido, a exigência de transparência algorítmica, a auditabilidade dos modelos, a rastreabilidade das bases de dados e a obrigatoriedade de supervisão humana qualificada configuram-se como condições de legitimidade para que a automação da vigilância patentária não se converta em novo vetor de exclusão epistêmica. A segurança jurídica, nesse contexto, deixa de ser apenas um atributo formal do sistema de patentes e passa a operar como limite externo à expansão tecnológica, assegurando que a efi-

ciência algorítmica não se sobreponha aos direitos coletivos e à integridade cultural dos conhecimentos tradicionais.

É precisamente essa articulação que aproxima a governança tecnológica das exigências de inovação verde sustentável que alicerçam as Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDC s) do Brasil para a COP 30. Uma inovação que se pretenda sustentável não pode prescindir da justiça epistêmica: a proteção dos saberes tradicionais não é um obstáculo ao desenvolvimento tecnológico, mas sua condição de possibilidade. Nessa perspectiva, a soberania de dados bioculturais, ou seja, a capacidade de os povos originários e as comunidades tradicionais decidirem sobre a coleta, o uso e a circulação de seus conhecimentos, emerge como o eixo estruturante de um regime de *compliance* que se queira efetivo e legítimo. Assim, somente quando a IA atuar sob o controle soberano dessas comunidades, como ferramenta complementar e auditável, e não como instância substitutiva de decisão acrítica, será possível conciliar eficiência, transparência e proteção. É nesse equilíbrio delicado entre o potencial emancipatório da tecnologia e os riscos de um biocolonialismo algorítmico disfarçado de inovação que se joga, em última instância, a credibilidade do sistema brasileiro de propriedade intelectual diante dos compromissos assumidos no pós-COP 30.

4 RESPOSTAS INSTITUCIONAIS E TECNOLÓGICAS À CRISE DE GOVERNANÇA DA BIODIVERSIDADE E DOS CONHECIMENTOS TRADICIONAIS

A realização da trigésima sessão da Conferência das Partes (COP 30), em Belém, entre 10 e 22 de novembro de 2025, conferiu centralidade política e visibilidade internacional à interface entre governança climática, conservação ambiental e proteção dos conhecimentos tradicionais (UNFCCC, 2026a, 2026c). A conferência encerrou-se com a adoção, por consenso, do “Pacote Político de Belém” (*Belém Political Package*), conjunto de decisões direcionadas à implementação da Convenção e do Acordo de Paris (UNFCCC, 2026a, 2026c). Dentre as deliberações do pacote, destacam-se a aprovação dos Indicadores de Adaptação de Belém (*Belém Adaptation*

Indicators) no âmbito da Meta Global de Adaptação (UNFCCC, 2026b), bem como a criação de um mecanismo de transição justa para fortalecer a cooperação técnica e financeira internacional (UNFCCC, 2026d). Ademais, as resoluções reafirmaram a importância da preservação de ecossistemas como a Amazônia e o engajamento fortalecido de povos indígenas e comunidades locais, reconhecendo a centralidade de seus direitos e saberes ancestrais (UNFCCC, 2026d, 2026e).

A presidência brasileira publicou, ainda, uma declaração conclamando as nações ao enfrentamento das desigualdades ambientais, atribuindo ao racismo ambiental e à justiça racial uma centralidade inédita no debate climático oficial (INESC, 2025). Não obstante esses avanços no campo dos direitos e da participação social, o balanço geral da conferência foi objeto de severas críticas por parte de organizações da sociedade civil e analistas socioambientais, que apontaram a insuficiência das decisões adotadas diante da gravidade da crise climática (INESC, 2025)

Essa ressalva é metodologicamente relevante para a presente análise, uma vez que mais do que criar novas iniciativas de governança, a COP 30 atuou como catalisadora e legitimadora de projetos em curso, articulando-os à agenda de *compliance* patentário e de soberania sobre a sociobiodiversidade brasileira. A relação entre a conferência e as iniciativas examinadas a seguir é, portanto, de agenda e visibilidade política, e não de causalidade direta. Esta distinção é importante porque evita atribuir à COP 30 resultados que a antecedem ou que dela não decorrem formalmente.

Ademais, impõe-se a distinção entre os foros normativos internacionais. As decisões atinentes às Informações de Sequenciamento Digital (*Digital Sequence Information* – DSI) e à repartição justa e equitativa de benefícios pertencem ao âmbito da Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB), e não à COP 30, que constitui a conferência do clima no quadro da UNFCCC (WWF, 2025). Isso, no entanto, não implica em dizer que uma não tem relação com a outra. Foi precisamente no âmbito da CDB, no processo da COP 16, que se estabeleceu o Fundo Cali (*Cali Fund*), mecanismo multilateral inovador voltado à repartição de benefícios decorrentes do uso de dados genéticos digitais por empresas e pelo setor privado (WWF, 2025).

A partir de tais distinções, verifica-se que a COP 30, por sua vez, incorporou a biodiversidade de forma transversal ao debate climático, sobretudo por meio do incentivo às soluções baseadas na natureza (*nature-based solutions*), às abordagens ecossistêmicas de adaptação, à bioeconomia e aos novos mecanismos de financiamento florestal (UNFCCC, 2026a, 2026b, 2026f). O texto do “Mutirão Global” e as diretrizes do Pacote Político de Belém enfatizaram expressamente a urgência de responder, de forma sinérgica e integrada, às crises interconectadas da mudança do clima e da perda de biodiversidade (UNFCCC, 2026a, 2026f). Nesse contexto, destacou-se o papel estratégico das florestas tropicais — e da Amazônia em particular — não apenas como sumidouros vitais de carbono, mas como garantidoras de resiliência ecológica, serviços ecossistêmicos e sustentabilidade das populações locais (UNFCCC, 2026a, 2026f)

É à luz dessa delimitação que a presente seção se propõe a examinar, de forma crítica, as principais respostas institucionais e tecnológicas que vêm sendo construídas para enfrentar a crise de governança da biodiversidade e dos conhecimentos tradicionais. O objetivo não é celebrar tais iniciativas como soluções consumadas, mas avaliá-las como tentativas relevantes, porém parciais e ainda em consolidação, de conciliar a proteção dos saberes ancestrais com as exigências de segurança jurídica e de inovação verde que alicerçam as Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs) do Brasil. Ao percorrer a cooperação internacional para o rastreamento de conhecimentos tradicionais, a auditoria da bioeconomia digital, o *compliance* algorítmico e a governança de dados sob o protagonismo das comunidades, busca-se verificar em que medida essas respostas efetivamente fortalecem o regime de conformidade ou, ao contrário, reproduzem, em novo suporte tecnológico, as assimetrias históricas identificadas na governança da biodiversidade.

4.1 A cooperação internacional e a Biblioteca Digital de Conhecimentos Tradicionais (TKDL)

Um dos reflexos mais significativos da agenda de biodiplomacia foi a consolidação da cooperação internacional para o rastreamento de conhe-

cimentos tradicionais. Em 21 de fevereiro de 2026, o Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) e o Conselho de Pesquisa Científica e Industrial da Índia (CSIR) firmaram acordo de cooperação para permitir o acesso brasileiro à Biblioteca Digital de Conhecimentos Tradicionais (TKDL, na sigla em inglês), durante a visita do presidente Luiz Inácio Lula da Silva à Índia (INPI, 2026; CSIR, 2026; PIB India, 2026).

Criada em 2001 pelo Conselho de Pesquisa Científica e Industrial (CSIR) em parceria com o Ministério AYUSH da Índia, a Biblioteca Digital de Conhecimentos Tradicionais (*Traditional Knowledge Digital Library* – TKDL) constitui a primeira e mais abrangente base de dados de “estado da técnica” (*prior art*) voltada à salvaguarda do patrimônio imaterial do mundo (CSIR, 2026). O acervo documenta mais de 520 mil formulações e práticas das medicinas tradicionais indianas — como *Ayurveda*, *Unani*, *Siddha* e *Yoga* —, servindo como instrumento defensivo para impedir a apropriação indevida e a concessão errônea de patentes privadas sobre saberes ancestrais em escritórios internacionais de propriedade industrial (CSIR, 2026).

A relevância desse modelo consolidou-se na cooperação bilateral recente entre Brasil e Índia, quando o Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) passou a integrar os organismos internacionais com acesso direto à TKDL para qualificar o exame de novidade de pedidos de patentes no país (CSIR, 2026). Trata-se de instrumento que confere ao exame patentário prova documental da anterioridade de saberes tradicionais, permitindo que o “pente-fino” algorítmico identifique pedidos de patente que tentam se apropriar de conhecimentos já documentados, prevenindo a biopirataria antes mesmo da concessão do título.

É preciso, contudo, demarcar os limites dessa iniciativa. A TKDL protege apenas os saberes documentados em bases digitais, não alcançando os conhecimentos tradicionais de natureza oral, intergeracional e coletiva, transmitidos à margem de qualquer registro formal. Como discutido na seção anterior, é justamente nessa lacuna informacional que reside o risco de “falsos negativos” da verificação algorítmica. A cooperação com a Índia representa, assim, avanço relevante, mas parcial: amplia a abrangência do estado da técnica sem, por si só, resolver o problema estrutural da invisibilidade dos saberes não catalogados.

A mitigação do risco de “falsos negativos” no exame patentário — situação na qual a ausência de registro digital prévio de um saber oral leva o algoritmo a atestar erroneamente a “novidade” de uma invenção usurpadora — exige que a automação tecnológica seja estritamente submetida à supervisão humana qualificada e à soberania de dados biocultural (Adekola, 2026; Gomes, 2024). A cooperação técnica com a Índia para o uso da Biblioteca Digital de Conhecimentos Tradicionais (TKDL) amplia a prova documental de estado da técnica (*prior art*), mas não esgota a proteção dos saberes mantidos sob tradição oral (CSIR, 2026). Para evitar que o silêncio dos bancos de dados resulte em bioepistemicídio, o *compliance* algorítmico do INPI deve ser orientado pelos Princípios CARE (*Collective Benefit, Authority to Control, Responsibility, Ethics*) e articulado aos Protocolos Comunitários Bioculturais previstos no Marco da Biodiversidade (Lei nº 13.123/2015), garantindo que a consulta direta e o consentimento originário das comunidades permaneçam como a instância soberana e insubstituível de validação (Brasil, 2015; Carroll *et al.*, 2020; Torino *et al.*, 2024)

4.2 Governança de Dados e Auditoria da Bioeconomia Digital via IA

Paralelamente ao esforço de documentação e salvaguarda do patrimônio imaterial, a consolidação da segunda Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC) do Brasil — apresentada formalmente em 13 de novembro de 2024 com metas de mitigação para 2035 — impõe a necessidade de uma governança de dados robusta e soberana sobre a bioeconomia nacional (Brasil, 2024; WWF Brasil, 2024). Nesse cenário, ferramentas de Inteligência Artificial e *Big Data*, alinhadas às diretrizes do Plano Brasileiro de Inteligência Artificial (2024–2028) e às plataformas de transparência climática, desponham como infraestruturas tecnológicas estratégicas capazes de auditar, em larga escala e com alta precisão, o fluxo de Informações de Sequenciamento Digital (*Digital Sequence Information* – DSI) e os ativos genéticos extraídos do bioma amazônico (Brasil, 2024; CSIR, 2026; WWF, 2025).

Ilustrativa dessa tendência é a iniciativa do Banco de Códigos da Amazônia (*Amazon Bank of Codes* – ABC), plataforma digital aberta de-

envolvida para registrar e mapear ativos biológicos e biomiméticos, codificando direitos e obrigações relativos ao seu uso por meio de tecnologia *blockchain* para assegurar transparência e rastreabilidade (World Economic Forum, 2018). Anunciada em 2018, em Davos, como o projeto piloto do *Earth Bank of Codes* no âmbito da Quarta Revolução Industrial, a iniciativa foi concebida para oferecer meios práticos de proteção aos povos indígenas e comunidades tradicionais na Bacia Amazônica (World Economic Forum, 2018). O sistema atua no combate à biopirataria ao vincular o acesso à biodiversidade e ao patrimônio genético à repartição justa e equitativa de benefícios por meio da execução automatizada de contratos inteligentes (*smart contracts*) (World Economic Forum, 2018).

A integração do monitoramento dessas sequências digitais aos registros oficiais do SisGen poderia estabelecer uma camada de auditoria em tempo real, assegurando que o desenvolvimento internacional de novos fármacos ou cosméticos permaneça vinculado aos compromissos de repartição de benefícios. Contudo, essa convergência tecnológica não está isenta de riscos. A tokenização de ativos genéticos levanta questões delicadas acerca de quem controla a plataforma, quem define os termos de acesso e a quem se destinam os benefícios. Tais problemas, se não enfrentados, podem reproduzir, em novo suporte tecnológico, as assimetrias Norte-Sul identificadas na governança da biodiversidade. Em outros termos, a tecnologia, nesse sentido, não elimina a disputa política, mas apenas a desloca para o desenho dos algoritmos e das infraestruturas de dados.

4.3 Fortalecimento da Justiça Climática via *Compliance* Algorítmico

A convergência entre o controle procedimental do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), o cadastro obrigatório no Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado (SisGen) e a exigência de divulgação de origem (*disclosure requirement*) consagrada no plano internacional opera, na prática, como um “selo de conformidade” e rastreabilidade para os produtos da bioeconomia.

O Tratado da OMPI sobre Propriedade Intelectual, Recursos Genéticos e Conhecimentos Tradicionais Associados constitui o primeiro instrumento da Organização a vincular formalmente o sistema de patentes à salvaguarda do patrimônio biológico e dos saberes ancestrais de povos indígenas e comunidades locais (OMPI, 2024; Nações Unidas Brasil, 2024). A condução dos trabalhos da Conferência Diplomática pelo embaixador brasileiro Guilherme de Aguiar Patriota culminou no encerramento de mais de duas décadas de negociações multilaterais, projetando o Brasil em uma posição de liderança e protagonismo na diplomacia da propriedade intelectual (OMPI, 2024; Nações Unidas Brasil, 2024)

Essa certificação processual, quando validada por sistemas algorítmicos e cadeias de *blockchain*, atesta que a patente respeitou o ciclo de *compliance* legal e ético. Para o mercado de investimentos, a estruturação dessa governança pode significar a redução do risco de passivos socioambientais e a atração de capital alinhado a critérios de sustentabilidade, indispensável para financiar as comunidades que atuam nas frentes de mitigação e adaptação climática.

Importa, todavia, problematizar essa promessa, uma vez que a eficácia do “selo de conformidade” depende de fatores que transcendem a técnica: da implementação nacional do Tratado da OMPI, da capacidade efetiva de fiscalização do modelo declaratório do SisGen e da supervisão humana qualificada sobre os algoritmos. Sem esses elementos, o *compliance* algorítmico corre o risco de converter-se em mero formalismo, ou seja, uma certificação que atesta a regularidade procedimental sem assegurar a justiça substantiva da repartição de benefícios. A justiça climática, nesse sentido, não pode se esgotar na transparência processual, mas exigir que os mecanismos tecnológicos estejam a serviço das comunidades e não o contrário.

4.4 Governança de Dados, Princípios CARE e o Protagonismo das Comunidades

O conteúdo desenvolvido ao longo deste artigo demonstra que a governança de IA e de dados deve servir precipuamente às comunidades locais. Nessa direção, a adoção de diretrizes internacionais de soberania

informacional, a exemplo dos Princípios CARE³, que compreendem o Benefício Coletivo (*Collective Benefit*), a Autoridade para Controlar (*Authority to Control*), a Responsabilidade (*Responsibility*) e a Ética (*Ethics*), garante aos povos indígenas o direito de governar a coleta, a propriedade e a aplicação de suas próprias informações. Lançados em 2019 pela *Global Indigenous Data Alliance* (GIDA), os Princípios CARE constituem referência consolidada para a governança de dados indígenas, contrapondo-se à lógica meramente utilitarista dos princípios de dados abertos.

Aliada à formulação de Protocolos Comunitários Bioculturais, instrumento desenvolvido pela organização *Natural Justice* e previsto na Lei nº 13.123/2015 como forma de consentimento prévio, essa apropriação tecnológica permite que os próprios povos originários utilizem sistemas de catalogação digital para proteger seus territórios e saberes. Esse movimento assegura que o banco de dados brasileiro não opere exclusivamente como ferramenta estatal, mas como instrumento de soberania digital das populações tradicionais, garantindo que o protagonismo e as compensações financeiras oriundas das soluções baseadas na natureza permaneçam com seus guardiões originais.

A síntese dessa reflexão é a de que a governança de dados biocultural, ou seja, a capacidade de os povos originários e as comunidades tradicionais decidirem sobre a coleta, o uso e a circulação de seus conhecimentos, constitui o eixo estruturante de um regime de *compliance* que se queira efetivo e legítimo. Somente quando a IA atuar sob o controle soberano dessas comu-

³ Os Princípios CARE — Collective Benefit (Benefício Coletivo), Authority to Control (Autoridade para Controlar), Responsibility (Responsabilidade) e Ethics (Ética) — foram desenvolvidos pela Global Indigenous Data Alliance (GIDA) e lançados em 2019, no âmbito da International Data Week, realizada em Gaborone, Botsuana. Concebidos como contraponto aos Princípios FAIR (Findable, Accessible, Interoperable, Reusable), que orientam a gestão de dados científicos sob uma lógica predominantemente utilitarista, os Princípios CARE deslocam o eixo da governança de dados para a soberania informacional dos povos indígenas, assegurando-lhes o direito de decidir sobre a coleta, a propriedade, o acesso e o uso de suas próprias informações (Carroll, *et. al.*, 2020). Sua adoção no contexto brasileiro dialoga diretamente com os Protocolos Comunitários Bioculturais previstos na Lei nº 13.123/2015, que conferem às comunidades tradicionais instrumento de consentimento prévio e de controle sobre o uso de seus conhecimentos.

nidades, como ferramenta complementar e auditável, e não como instância substitutiva de decisão, será possível conciliar eficiência, transparência e proteção. É nesse equilíbrio delicado entre o potencial emancipatório da tecnologia e os riscos de um biocolonialismo algorítmico disfarçado de inovação que se joga, em última instância, a credibilidade do sistema brasileiro de propriedade intelectual diante dos compromissos assumidos no período pós-COP 30.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa partiu da seguinte indagação: em que medida o sistema de governança de dados e o ecossistema de *compliance* da Propriedade Intelectual brasileira, potencializado pela convergência técnica com a Inteligência Artificial, é capaz de assegurar a integridade dos conhecimentos tradicionais e de atender às exigências de segurança jurídica e de inovação verde sustentável que alicerçam as Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs) do Brasil para a COP 30? A investigação desenvolvida ao longo das seções anteriores permite responder a essa pergunta de forma matizada, mas confirma a hipótese inicialmente aventada.

Assim, a hipótese central segundo a qual o sistema de governança de dados e de *compliance* da Propriedade Intelectual brasileira, embora formalmente estruturado, permanece fragmentado e predominantemente reativo, não assegurando por si só a integridade dos conhecimentos tradicionais diante das dinâmicas de apropriação digital, foi confirmada. A análise do percurso histórico-normativo, da Convenção sobre Diversidade Biológica ao Tratado da OMPI de 2024, evidenciou que as contradições estruturais entre o regime de propriedade intelectual e a proteção dos saberes tradicionais — a assimetria entre os foros, a fragilidade do *enforcement* e a participação meramente formal das comunidades — não foram superadas, apenas deslocadas para novos suportes tecnológicos. A hipótese subsidiária, por sua vez, também se confirmou: a Inteligência Artificial somente potencializa o regime de conformidade quando submetida a limites éticos e jurídicos claros, sob pena de se converter em novo vetor de cercamento dos saberes tradicionais e de concentração proprietária.

O percurso metodológico adotado mostrou-se adequado para alcançar essas conclusões. A análise documental das fontes primárias (legislação nacional, instrumentos internacionais e documentos oficiais das NDCs) e das fontes secundárias (doutrina especializada em Propriedade Intelectual, governança de dados e regulação de Inteligência Artificial) permitiu confrontar o arcabouço normativo vigente com as categorias recorrentes de segurança jurídica, inovação verde, rastreabilidade e conformidade, revelando as tensões que a mera descrição normativa ocultaria. A técnica de análise de conteúdo, por sua vez, possibilitou identificar, nas iniciativas institucionais e tecnológicas examinadas, tanto as potencialidades quanto os limites de cada resposta à crise de governança.

As considerações finais que se seguem, portanto, afastam-se de uma leitura celebratória. A salvaguarda dos conhecimentos tradicionais na era da bioeconomia digital constitui, de fato, condição de procedibilidade para a soberania nacional e para o atingimento das metas climáticas brasileiras, na medida em que a proteção da sociobiodiversidade se entrelaça com a estruturação de uma governança de dados robusta diante do fenômeno da Informação de Sequenciamento Digital (DSI). O alinhamento do INPI ao Tratado da OMPI de 2024, reforçado pela manutenção da Resolução nº 134/2006 e da Lei nº 13.123/2015, demonstra a construção de um ecossistema de *compliance* em que a transparência sobre a origem dos saberes se torna requisito para a inovação biotecnológica. Contudo, como evidenciado, esse ecossistema permanece marcado por lacunas de efetividade, tais como a repartição de benefícios como exceção, os valores irrisórios, a fragilidade do modelo declaratório e a invisibilidade dos saberes orais não catalogados, que a tecnologia, por si só, não é capaz de suprir.

A Inteligência Artificial desponta, nesse cenário, como mecanismo indispensável para viabilizar a auditoria em larga escala, permitindo que o rigor normativo não se converta em burocracia inoperante. A integração de infraestruturas como a Biblioteca Digital de Conhecimentos Tradicionais (TKDL), fruto da cooperação internacional com a Índia, e o monitoramento de plataformas como o *Amazon Bank of Codes* ampliam a capacidade de vigilância proativa do Estado brasileiro. Não obstante, a pesquisa demonstrou que essa convergência tecnológica carrega riscos es-

truturais: a ausência de transparência algorítmica, os vieses de processamento e o perigo dos “falsos negativos” no cruzamento de patentes podem, paradoxalmente, chancelar a biopirataria de saberes orais não catalogados sob uma falsa aura de infalibilidade tecnológica. A eficácia do *compliance* algorítmico, portanto, depende de fatores que transcendem a mera técnica, perpassando pela forma de implementação nacional do Tratado da OMPI, da capacidade efetiva de fiscalização e da supervisão humana qualificada.

É nesse ponto que se situa o núcleo crítico das considerações finais desta pesquisa. O legado da COP 30 para a propriedade intelectual não reside na consolidação de soluções consumadas, mas na centralidade política conferida à governança de dados biocultural, pautada na ética dos Princípios CARE. Para que a tecnologia não se converta em novo instrumento de biocolonialismo, é imperativo que o controle soberano das informações permaneça com os próprios povos originários, mediante a adoção de Protocolos Comunitários Bioculturais e de mecanismos que assegurem sua participação efetiva — e não meramente formal — na governança. A articulação entre o rigor de *compliance* do INPI, a capacidade preditiva da IA e o protagonismo das comunidades tradicionais pode dotar o Brasil dos meios para liderar a bioeconomia global, desde que essa liderança seja exercida sob limites éticos e jurídicos claros e adequados.

Não se pode, contudo, silenciar acerca dos insucessos que marcaram a COP 30. Apesar da centralidade política conferida à sociobiodiversidade e dos avanços formais consubstanciados no “Pacote de Belém”, o balanço da conferência foi recebido com decepção generalizada pela comunidade científica e pela sociedade civil, que apontaram a insuficiência dos compromissos assumidos diante da gravidade da crise climática e a distância entre as expectativas depositadas na primeira COP realizada na Amazônia e os resultados efetivamente alcançados (INESC, 2025). Essa frustração não é irrelevante para a presente análise: ela evidencia que a agenda de proteção dos conhecimentos tradicionais e da biodiversidade, embora legitimada no plano discursivo, permanece subordinada a uma lógica de consenso mínimo que raramente se traduz em obrigações vinculantes e em mecanismos efetivos de fiscalização.

A essa limitação soma-se a crítica dirigida ao Tratado da OMPI de 2024, que, ao exigir a divulgação da origem dos recursos genéticos e dos conhecimentos tradicionais associados nos pedidos de patente, silenciou sobre o fenômeno da Informação de Sequenciamento Digital (DSI). Ao não contemplar expressamente a circulação desmaterializada de dados genéticos, o Tratado deixa uma lacuna precisamente na fronteira em que a apropriação contemporânea mais se intensifica, transferindo para a governança de dados e para a Inteligência Artificial a tarefa de suprir o que o instrumento internacional sequer mencionou.

A inovação verde, nesse sentido, somente se constituirá como vetor de justiça climática e epistêmica se a tecnologia atuar como ferramenta complementar e auditável, a serviço das comunidades tradicionais, e não como instância substitutiva de decisão. É nesse equilíbrio delicado, entre o potencial emancipatório da tecnologia e os riscos de um biocolonialismo algorítmico disfarçado de inovação, que se joga, em última instância, a credibilidade do sistema brasileiro de propriedade intelectual diante dos compromissos assumidos no período pós-COP 30.

REFERÊNCIAS

ADEKOLA, O. **Intellectual Property Rights and Traditional Knowledge**. Cambridge: Cambridge University Press, 2026.

BRASIL. **Brazil's Second Nationally Determined Contribution (NDC)**: National determination to contribute and transform. Brasília: Governo Federal do Brasil, 13 nov. 2024. 44 p. Submetido à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC). Disponível no acervo do projeto. Acesso em: 8 set. 2026.

BRASIL. Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI). **Resolução nº 134, de 13 de dezembro de 2006**. Dispõe sobre o cumprimento da exigência de declaração de acesso a patrimônio genético ou conhecimento tradicional associado. Rio de Janeiro: INPI, 2006.

BRASIL. **Lei nº 9.279, de 14 de maio de 1996**. Regula direitos e obrigações relativos à propriedade industrial. Brasília, DF: Presidência da República, 1996.

BRASIL. Lei nº 13.123, de 20 de maio de 2015. Dispõe sobre o acesso ao patrimônio genético, sobre a proteção e o acesso ao conhecimento tradicional associado e sobre a repartição de benefícios para conservação e uso sustentável da biodiversidade. Brasília, DF: **Diário Oficial da União**, 2015.

BRASIL. Medida Provisória nº 2.186-16, de 23 de agosto de 2001. Dispõe sobre o acesso ao patrimônio genético, a proteção e o acesso ao conhecimento tradicional associado, a repartição de benefícios e o acesso à tecnologia e transferência de tecnologia para sua conservação e utilização, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 24 ago. 2001. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/mpv/2186-16.htm. Acesso em: 12 set. 2026.

BROWN, A.; SMITH, L.; TAYLOR, R. Artificial Intelligence and Global Intellectual Property Audit. **Journal of Technology Law**, v. 12, n. 3, p. 45-68, 2020.

CARROLL, Stephanie Russo; GARBA, Ibrahim; FIGUEROA-RODRÍGUEZ, Oscar L.; HOLBROOK, Jarita; LOVETT, Raymond; MATERECHERA, Simeon; PARSONS, Mark; RASEROKA, Kay; RODRIGUEZ-LONEBEAR, Desi; ROWE, Robyn; SARA, Rodrigo; WALKER, Jennifer D.; ANDERSON, Jane; HUDSON, Maui. Os Princípios CARE para a Governança de Dados Indígenas. **Data Science Journal**, Londres, v. 19, n. 1, art. 43, 2020. DOI: 10.5334/dsj-2020-043.

CHERMONT, L. S. **Bioeconomia Amazônica e Governança na COP 30**. Belém: Editora Universitária, 2024.

COUNCIL OF SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH (CSIR). India and Brazil Sign TKDL Access Agreement to Strengthen Protection of Traditional Knowledge and Patent Examination Cooperation. New Delhi: CSIR / Ministry of Science & Technology, Govt. of India, 21 Feb. 2026. Disponível em <https://www.csir.res.in/en/press-release/india-and-brazil-sign-tkdl-access-agreement-strengthen-protection-traditional>. Acesso em: 8 set. 2026.

DENONCOURT, J. **Intellectual Property, Finance and Corporate Governance**. London: Routledge, 2020.

DERANI, Cristiane. Patrimônio genético e conhecimento tradicional associado: considerações jurídicas sobre seu acesso. In: LIMA, André (org.). **O direito para o Brasil socioambiental**. Porto Alegre: Sergio Antonio Fabris Editor; Instituto Socioambiental, 2002. p. 145-167.

DURAN, S. B. **Biopirataria e a Proteção Jurídica dos Conhecimentos Tradicionais**. São Paulo: Editora Direito, 2011.

ESTELITA, R.; CAMILO, M. Justiça Climática e Propriedade Intelectual: O Legado de Belém. **Revista de Direito Ambiental e Sustentabilidade**, v. 9, n. 1, 2024.

GEBARA, M. F.; RAMCILOVIC-SUOMINEN, S.; SCHMIDLEHNER, K. J. Digital Sequence Information and the New Frontiers of Biopiracy. **Global Environmental Change**, v. 78, 2023.

GOMES, R. **Ética Algorítmica e Soberania Digital no Sul Global**. Rio de Janeiro: Tecnologia e Sociedade, 2024.

INSTITUTO DE ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS (INESC). **COP 30 termina com resultado abaixo do necessário, apesar de avanços históricos na participação social**. Brasília: INESC, 25 nov. 2025. Disponível em: <https://inesc.org.br/cop-30-termina-com-resultado-abaixo-do-necessario-apesar-de-avancos-historicos-na-participacao-social/>. Acesso em: 31 ago. 2026.

MARQUES, Erika. Propriedade Intelectual e Proteção de Dados: conflitos e interseções na era digital. In: NEVES, M. P. *et al.* (Orgs.). **Propriedade Intelectual, Novas Tecnologias e Inovação: desafios e oportunidades**. Recife: Ed. dos Autores, 2024. p. 163-172.

MIRANDA, P. P. Patentes e Biodiversidade: O Caso do Captopril e a Inteligência Biológica. **Revista Brasileira de Inovação**, 2005.

MISHRA, A. Legal Reforms for Traditional Knowledge and Agrobiodiversity: Harmonizing Intellectual Property Rights in India. **Journal of Intellectual Property Rights**, v. 30, p. 444-452, jul. 2025.

MOREIRA, Eliane C. P. PORRO, Noemi M.; SILVA, Liana A. L. da. (Org.) **A “nova” Lei nº 13.123/2015 no velho marco legal da biodiversidade: entre retrocessos e violações de direitos socioambientais**. São Paulo: Instituto O Direito por um Planeta Verde, 2017.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. **Países adotam tratado histórico sobre Propriedade Intelectual, Recursos Genéticos e Conhecimento Tradicional**. Brasília: Nações Unidas Brasil, 24 maio 2024. Disponível em <https://brasil.un.org/pt-br/269540-pa%C3%ADses-adotam-tratado-hist%C3%B3rico-sobre-propriedade-intelectual-recursos-gen%C3%A9ticos-e>. Acesso em: 8 set. 2026.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA PROPRIEDADE INTELECTUAL (OMPI). Estados Membros da OMPI adotam novo tratado histórico sobre Propriedade Intelectual, Recursos Genéticos e Conhecimento Tradicional Associado. Genebra: OMPI, 24 maio 2024. **Press Release** PR/2024/919. Disponível em: https://www.wipo.int/pressroom/pt/articles/2024/article_0007.html. Acesso em: 8 set. 2026.

SANTILLI, J. **Sociobiodiversidade e Direitos Coletivos**. Belo Horizonte: Peirópolis, 2006.

SASS, Liz B.; MELO, Melissa E. Governança Global Ambiental: omissões e contradições no regime internacional de proteção da biodiversidade. **Revista de Direito Ambiental**, v. 74, p. 337-366, 2014.

SHIVA, Vandana. **Biopirataria: a pilhagem da natureza e do conhecimento**. Tradução de Laura Cardellini Barbosa de Oliveira. Petrópolis, RJ: Vozes, 2001.

SHIVA, Vanda. “O mundo no limite”. In: HUTTON, Will. GIDDENS, Anthony. (orgs.) **No limite da racionalidade: convivendo com o capitalismo global**. Tradução de Maria Beatriz de Medina. Rio de Janeiro: Record, 2004.

SILVA, M.; MELO, N. **Conhecimentos Tradicionais e Propriedade Intelectual: O Caso dos Atalhos Biotecnológicos**. Brasília: UnB, 2001.

TORINO, Emanuelle *et al.* Princípios CARE para governança de dados de povos indígenas: fundamentos legais e casos práticos. **Tendências da Pesquisa Brasileira em Ciência da Informação**, v. 17, p. 1-26, 2024.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE (UNFCCC). **Report of the Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to the Paris Agreement on its seventh session, held in Belém from 10 to 22 November 2025**: Part one: Proceedings. Documento: FCCC/PA/CMA/2025/19. Belém: UNFCCC, 2026a.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE (UNFCCC). **Report of the Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to the Paris Agreement on its seventh session, held in Belém from 10 to 22 November 2025**: Addendum - Part two: Action taken by the Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to the Paris Agreement at its seventh session (Decision 12/CMA.7: Global goal on adaptation). Documento: FCCC/PA/CMA/2025/19/Add.2. Belém: UNFCCC, 2026b.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE (UNFCCC). **Report of the Conference of the Parties on its thirtieth session, held in Belém from 10 to 22 November 2025:** Part one: Proceedings. Documento: FCCC/CP/2025/12. Belém: UNFCCC, 2026c.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE (UNFCCC). **Report of the Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to the Paris Agreement on its seventh session, held in Belém from 10 to 22 November 2025:** Addendum - Part two: Action taken by the Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to the Paris Agreement at its seventh session (Decision 1/CMA.7 e Decision 2/CMA.7). Documento: FCCC/PA/CMA/2025/19/Add.1. Belém: UNFCCC, 2026d.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE (UNFCCC). **Report of the Conference of the Parties on its thirtieth session, held in Belém from 10 to 22 November 2025:** Addendum - Part two: Action taken by the Conference of the Parties at its thirtieth session (Decision 16/CP.30: Enhanced engagement of local communities in the Local Communities and Indigenous Peoples Platform). Documento: FCCC/CP/2025/12/Add.2. Belém: UNFCCC, 2026e.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE (UNFCCC). **Report of the Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to the Paris Agreement on its seventh session, held in Belém from 10 to 22 November 2025:** Addendum - Part two: Action taken by the Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to the Paris Agreement at its seventh session (Decision 13/CMA.7: Sharm el-Sheikh mitigation ambition and implementation work programme). Documento FCCC/PA/CMA/2025/19/Add.2. Belém: UNFCCC, 2026f.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ (UFPA). **Ciência e Vozes da Amazônia na COP 30.** Belém: UFPA, 2024.

VECCHIONE-GONÇALVES, M. **O Novo Contrato Social do Clima:** Do Acordo de Paris à COP 30. Belém: UFPA, 2024.

VICTOR, J.; EDOA, M. Green Innovation and Intellectual Property Compliance Post-WIPO Treaty 2024. **International Journal of IP Law**, 2025.

WIPO – WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION. **WIPO Treaty on Intellectual Property, Genetic Resources and Associated Traditional Knowledge**. Geneva: WIPO, 2024. Disponível em: WIPO Treaty on Intellectual Property, Genetic Resources and Associated Traditional Knowledge. Acesso em: 10 fev. 2026.

WORLD ECONOMIC FORUM (WEF). **New Partnership Aims to Sequence Genomes of All Life on Earth, Unlock Nature’s Value, Tackle Bio-Piracy and Habitat Loss**. Davos: World Economic Forum, 23 Jan. 2018. Disponível em: <https://www.weforum.org/press/2018/01/new-partnership-aims-to-sequence-genomes-of-all-life-on-earth-unlock-nature-s-value-tackle-bio-piracy-and-habitat-loss/>. Acesso em: 8 set. 2026.

WORLD WIDE FUND FOR NATURE (WWF). **Nova NDC brasileira traz avanços importantes e aponta caminhos, mas emergência climática requer maior ambição**. Brasília: WWF-Brasil, 14 nov. 2024. Disponível em: <https://www.wwf.org.br/?90300/Nova-NDC-brasileira-traz-avancos-importantes-e-aponta-caminhos-mas-a-emergencia-climatica-requer-maior-ambicao>. Acesso em: 8 set. 2026.

WORLD WIDE FUND FOR NATURE (WWF). **O WWF celebra o lançamento do Cali Fund como um “momento histórico” na COP16.2 em Roma**. Roma: WWF, 25 fev. 2025. Disponível em: https://wwf.panda.org/wwf_news/?13575966/WWF-hails-launch-of-Cali-Fund-as-historic-moment-at-COP162-in-Rome. Acesso em: 8 set. 2026.

PARTE III

MECANISMOS GLOBAIS E O PAPEL DAS INSTITUIÇÕES NO ESVERDEAMENTO TECNOLÓGICO



A TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIAS VERDES NO PÓS-COP 30: A AQUISIÇÃO DE PATENTES VIA RECEITAS DO CBAM PARA A OPERACIONALIZAÇÃO DO BELÉM TECHNOLOGY IMPLEMENTATION PROGRAMME

Letícia Schröter Brognoli¹

RESUMO

O presente artigo busca responder à seguinte pergunta: Como a criação de um fundo europeu destinado à aquisição de direitos de propriedade intelectual sobre tecnologias verdes, financiado pelas receitas do Mecanismo de Ajuste de Carbono na Fronteira (CBAM), pode atuar como um instrumento financeiro e estratégico para viabilizar os objetivos do recém-criado *Belém Technology Implementation Programme* (BTIP)? Parte-se do reconhecimento de que, para o cumprimento efetivo das metas climáticas estabelecidas no Acordo de Paris e no Pacto Ecológico Europeu, é necessário que todos os países, e não apenas os membros da União Europeia, tenham acesso às tecnologias sustentáveis que possibilitam a descarbonização de suas economias. Para isso, o estudo adota o método dedutivo, com base em revisão bibliográfica e documental nacional e internacional. O artigo está dividido em quatro partes: a primeira trata dos compromissos internacionais da União Europeia e do risco de exclusão tecnológica imposto pelo CBAM; a segunda aborda a transferência internacional de tecnologia e os entraves impostos pelos regimes de propriedade intelectual; a terceira detalha as diretrizes e as lacunas de financiamento do BTIP, impulsionado

¹ Mestranda em Direito pelo PPGD da Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC na área de concentração Direito, Estado e Sociedade. Advogada. e-mail: leticiabrognoli@gmail.com. Lattes: <https://lattes.cnpq.br/0489115755586631>.

pela COP 30; e a quarta propõe a utilização do Fundo de Inovação Europeu, abastecido pelas receitas do CBAM, como mecanismo de aquisição e disponibilização de patentes verdes para operacionalizar o BTIP. Conclui-se que, sem mecanismos institucionais e financeiros voltados à democratização do acesso às tecnologias desenvolvidas na Europa, o combate à crise climática continuará desigual e limitado em alcance e efetividade.

Palavras-chave: Transferências de Tecnologias Verdes. Sistema de Comércio de Emissões da União Europeia. Fundo de Inovação Europeu. Pacto Ecológico Europeu. Belém Technology Implementation Programme.

1 INTRODUÇÃO

Diante da intensificação da crise climática, a 30ª Conferência das Partes (COP 30), realizada em Belém no ano de 2025, consolidou-se como um marco decisivo na governança ambiental global. Mais do que renovar compromissos estabelecidos no Acordo de Paris, o encontro evidenciou a urgência de transpor a retórica diplomática para a implementação de ações concretas, especialmente no que tange ao financiamento e à equidade climática.

Fruto do primeiro Balanço Global (*Global Stocktake* ou GST)², a adoção do *Belém Technology Implementation Programme* inaugurou uma nova

² O Balanço Global é um ponto de inflexão crucial nos esforços para enfrentar as mudanças climáticas — um momento para analisar de forma profunda e abrangente a situação do nosso planeta e traçar um caminho melhor para o futuro. De acordo com o Acordo de Paris, as Partes devem realizar periodicamente uma avaliação da sua implementação para medir o progresso coletivo em direção ao alcance dos objetivos do Acordo e de suas metas de longo prazo. Esse processo permite que os países e outras partes interessadas façam um balanço da situação, identificando onde estão avançando coletivamente no cumprimento das metas do Acordo de Paris e onde ainda existem lacunas. Isso envolve examinar todos os aspectos relacionados à posição atual do mundo em termos de ação climática e apoio às medidas climáticas, identificar as deficiências existentes e trabalhar em conjunto para definir caminhos de solução que garantam a proteção do nosso futuro. A Decisão 19/CMA.1 estabelece as modalidades para a realização do Balanço Global. As Partes concordaram em realizar o primeiro Balanço Global em 2023, concluído durante a COP28, em Dubai, e repetir esse processo a cada cinco anos a partir de então. (UNFCCC, 2026b, tradução nossa)

fase de cooperação internacional, definindo como prioridade o apoio escalonado e coordenado para superar as barreiras de transferência tecnológica enfrentadas pelos países em desenvolvimento (UNFCCC, 2026a).

No entanto, considerando o atual cenário mundial, historicamente marcado por profundas assimetrias na capacidade de pesquisa, desenvolvimento e acesso à inovação entre o Norte e o Sul Global, a promoção de uma transição ecológica justa exige mais do que a criação de novos programas institucionais. Nesse contexto, mecanismos financeiros concretos de difusão de tecnologias sustentáveis capazes de transpor o abismo tecnológico existente e contornar os entraves impostos pelo rígido sistema internacional de Direitos de Propriedade Intelectual (DPIs) se mostram como um possível caminho para diminuir essa lacuna.

A partir desse contexto, este artigo se propõe a refletir sobre os desafios e oportunidades da transferência internacional de tecnologias verdes como estratégia fundamental para a efetivação da Justiça Climática no cenário pós-COP 30. Em particular, analisa-se o papel da União Europeia e dos seus instrumentos regulatórios, especificamente o Sistema de Comércio de Emissões (EU ETS) e o Mecanismo de Ajuste de Carbono na Fronteira (CBAM), avaliando como o bloco poderia atuar na aquisição e no compartilhamento de patentes verdes.

A hipótese que orienta este trabalho é a de que a destinação das receitas arrecadadas pelo CBAM para um fundo europeu voltado à compra e ao licenciamento de patentes verdes para licenciantes oriundos de países do Sul Global, mitiga o abismo tecnológico entre o Norte e o Sul Global. Essa medida não apenas responde diretamente às exigências por financiamento e transferência de tecnologia reforçadas na COP 30 em Belém, mas forneceria uma fonte de financiamento para operacionalizar o *Belém Technology Implementation Programme*.

Ao subverter a lógica estritamente comercial do CBAM, o mecanismo deixaria de ser uma barreira para se transformar em um autêntico vetor de justiça climática, garantindo que os países em desenvolvimento tenham capacidade real de cumprir as metas do Acordo de Paris.

A metodologia adotada no presente artigo é dedutiva, com base em revisão bibliográfica e documental, privilegiando fontes normativas internacionais, documentos oficiais da UNFCCC e literatura especializada sobre inovação tecnológica, sustentabilidade e propriedade intelectual.

Para tanto, o presente artigo está estruturado em quatro partes principais de desenvolvimento, além desta introdução e das considerações finais.

A primeira parte aborda os compromissos assumidos no Acordo de Paris e no Pacto Ecológico Europeu, analisando os principais instrumentos jurídicos da política climática da União Europeia, como o Sistema de Comércio de Emissões (EU ETS) e os riscos de exclusão inerentes ao Mecanismo de Ajuste de Carbono na Fronteira (CBAM).

Na segunda parte, a transferência de tecnologias verdes é explorada como uma obrigação internacional e uma estratégia climática indispensável. O capítulo analisa a tensão entre a urgência da inovação para o Sul Global e as barreiras históricas impostas pelo sistema de Direitos de Propriedade Intelectual (DPIs).

A terceira parte detalha os objetivos, a governança e as lacunas do *Belém Technology Implementation Programme* (BTIP), evidenciando que a falta de um fluxo financeiro garantido é o maior desafio para a viabilidade de suas diretrizes.

Por fim, a quarta e última parte consolida a proposta institucional do artigo: a utilização do Fundo de Inovação Europeu, abastecido financeiramente pelas receitas do CBAM, como mecanismo para a aquisição de patentes verdes e financiamento do BTIP, conectando os esforços do bloco europeu às reais demandas globais por justiça e equidade climática.

Com este estudo, espera-se contribuir para o debate sobre a democratização do acesso à inovação, destacando que o legado da COP 30 só será efetivo se a sustentabilidade climática for verdadeiramente compartilhada, tanto em relação às responsabilidades quanto em relação ao acesso às soluções tecnológicas.

2 O ACORDO DE PARIS E O PACTO ECOLÓGICO EUROPEU: COMPROMISSOS E INSTRUMENTOS JURÍDICOS

A política climática da União Europeia teve sua origem em 1989, com a Resolução do Conselho Europeu sobre o efeito estufa e a Comunidade, intensificando-se nas décadas seguintes com a ratificação, pelo bloco, da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, em 1993, que estabelecia um mecanismo para o controle das emissões de CO₂ e de outros gases de efeito estufa (Montini, 2025).

A partir da adoção do Acordo de Paris, estabeleceu-se uma meta global de redução das emissões de gases com efeito de estufa, com o objetivo de manter o aumento da temperatura global bem abaixo de 2°C acima dos níveis pré-industriais e prosseguir os esforços para limitá-lo a 1,5°C (UNFCCC, 2015).

Além disso, o Acordo visa promover a cooperação internacional para a mitigação das mudanças climáticas, o fortalecimento da resiliência e o aprimoramento das capacidades dos países em desenvolvimento na adaptação aos impactos climáticos (UNFCCC, 2015). Nesse sentido, estabeleceu compromissos voluntários e diferenciados que as Partes contratantes determinam internamente, com base no princípio das responsabilidades comuns, porém diferenciadas (Montini, 2025).

Conforme ensina Montini, “esse princípio é composto por dois elementos fundamentais: o dever geral de cooperação entre os Estados e a diferenciação de suas respectivas responsabilidades, que deve ser baseada em suas capacidades tecnológicas, financeiras e humanas” (2025, p. 217-218, tradução nossa).

Montini (2025) defende que o Acordo de Paris busca equilibrar o enfrentamento das mudanças climáticas e a promoção do desenvolvimento sustentável, tendo como ideia central que os esforços empreendidos em uma dessas frentes devem fortalecer, e não comprometer, os avanços na outra. É nesse contexto que se insere a política climática da União Europeia, cujos instrumentos regulatórios de destaque são o Sistema de Comércio de Emissões da União Europeia (EU ETS) e o Mecanismo de Ajuste de Carbono na Fronteira (CBAM).

Lançado em 2005, o Sistema de Comércio de Emissões da União Europeia foi concebido como um dos principais instrumentos da política climática do bloco, com o objetivo de reduzir as emissões de gases de efeito estufa por meio da criação de um mercado de carbono. Sua base legal é a Diretiva ETS, que vem sendo periodicamente revisada para refletir os compromissos internacionais assumidos pela União Europeia, especialmente após a entrada em vigor do Acordo de Paris (União Europeia, [s.d.]a).

Nos últimos anos, o sistema passou por mudanças significativas em resposta ao lançamento do Pacto Ecológico Europeu (European Green Deal) e à adoção da Lei Europeia do Clima, que estabeleceram como meta a neutralidade climática até 2050. Como primeiro marco rumo a esse objetivo de longo prazo, a União Europeia comprometeu-se a reduzir suas emissões líquidas em pelo menos 55% até 2030, em comparação aos níveis de 1990. O EU ETS é considerado um instrumento central para alcançar essa meta de forma economicamente eficiente (União Europeia, [s.d.]a).

O EU ETS aplica-se, de forma prioritária, às instalações industriais pertencentes a setores caracterizados pelo alto consumo energético e elevada intensidade de emissões. Entre esses setores, destacam-se a refinação de petróleo, a siderurgia, a produção de ferro e metais, bem como a fabricação de cimento, vidro, cerâmica, madeira, papel, papelão e produtos químicos (Montini, 2025).

Segundo Montini (2025), o funcionamento do EU ETS baseia-se na lógica do *cap and trade*, abordagem desenvolvida no campo da economia ambiental. Essa estrutura compreende dois elementos centrais e interligados: um limite máximo de emissões (*cap*), estabelecido para cada instalação ou setor, e a possibilidade de comercialização de créditos de emissão (*trade*).

Em termos práticos, as instalações que, ao final de um ano civil, excedem o teto de emissões que lhes foi atribuído podem adquirir no mercado as unidades de redução necessárias para compensar esse excesso. Por outro lado, as instalações que operam de forma mais eficiente, emitindo menos do que o limite permitido, podem vender suas unidades excedentes no mercado, criando incentivos econômicos à redução voluntária das emissões.

As recentes alterações no Sistema, promovidas para adequar o EU ETS aos objetivos do Pacto Ecológico Europeu, incluem, entre outras medidas, a ampliação das regras para os setores de aviação e transporte marítimo, bem como a criação de um novo sistema de comércio de emissões voltado para os setores de edifícios, transporte rodoviário e pequenas indústrias emissoras (União Europeia, [s.d.]a).

Também foi instituído o Fundo Social para o Clima, com a finalidade de mitigar os efeitos sociais dessas novas medidas, e o Mecanismo de Ajuste de Carbono na Fronteira (CBAM), com impacto direto sobre as relações comerciais internacionais (União Europeia, [s.d.]a), considerando que o instrumento aplica uma taxa de carbono aos produtos importados, baseando-se no carbono emitido durante sua produção.

Nesse sentido, o CBAM é uma ferramenta que estende aos produtos provenientes de fora do mercado interno europeu as mesmas regras de emissão de carbono aplicáveis à fabricação dos produtos sujeitos ao sistema EU ETS. Segundo Montini (2025), a finalidade desse instrumento é homogeneizar o tratamento das importações de determinados produtos com as regras aplicadas aos produtos fabricados dentro do território da União Europeia.

O objetivo geral do CBAM é “contribuir para a evolução da política climática da União, no contexto da implementação das obrigações internacionais que recaem sobre a União, conforme o Acordo de Paris” (Montini, 2025, p. 230, tradução nossa), particularmente no que se refere ao cumprimento das Contribuições Nacionalmente Determinadas e à meta global de limitar o aumento da temperatura média do planeta.

Além do objetivo geral de alinhamento com o Acordo de Paris, o CBAM tem como propósito específico prevenir o fenômeno da “realocação de emissões de carbono”, ou seja, a migração da produção de setores intensivos em carbono para países com regras ambientais menos rigorosas, bem como o aumento da importação de produtos oriundos desses países. Tal deslocamento comprometeria não apenas a competitividade das indústrias europeias submetidas ao EU ETS, mas também a efetividade ambiental da política climática da União (Montini, 2025).

Ao buscar a equivalência no custo do carbono entre produtos fabricados dentro e fora do território europeu, o CBAM pretende garantir um ambiente de concorrência leal (*level playing field*) e evitar que a regulação climática europeia gere efeitos contraproducentes no plano internacional, preservando, assim, a integridade ambiental das medidas adotadas e o princípio do mútuo apoio que fundamenta a cooperação internacional estabelecida pelo Acordo de Paris (Montini, 2025).

Em relação à receita gerada por essa tributação, Montini (2025) destaca que ela será classificada como recurso próprio da União Europeia, integrando diretamente o orçamento do bloco, sem transitar pelos orçamentos nacionais dos Estados-membros. Trata-se de uma arrecadação vinculada à aplicação da política comercial comum e à gestão da tarifa aduaneira comum, já que o CBAM incide sobre produtos que ingressam no território aduaneiro europeu.

O pesquisador aponta, no entanto, que o mecanismo não tem como finalidade exclusiva a arrecadação de recursos, mas sim: “incentivar a adoção de sistemas nacionais de emissões por países terceiros”, promovendo, assim, uma “mitigação global das emissões de gases de efeito estufa” (Montini, 2025, p. 237, tradução nossa); e proteger a indústria europeia da chamada realocação de emissões, garantindo condições equitativas de competição no mercado interno europeu.

Nesse sentido, podemos concluir que a criação dessa nova fonte de receita representa não apenas um instrumento de reforço à política climática, mas também uma estratégia de fortalecimento institucional da União Europeia, ao buscar equilibrar a necessidade de enfrentar as mudanças climáticas com a preservação da competitividade da indústria europeia e assegurar recursos adicionais, que podem ser utilizados para viabilizar a transição verde, dentro (e fora) do contexto europeu.

3 TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA VERDES COMO OBRIGAÇÃO INTERNACIONAL E ESTRATÉGIA CLIMÁTICA

A relevância das tecnologias verdes para a mitigação dos efeitos e o enfrentamento da crise climática também é evidenciada na legislação euro-

peia que regula o Mecanismo de Ajuste de Carbono na Fronteira (CBAM), por meio do Regulamento (UE) 2023/956, e na atualização do Sistema de Comércio de Emissões da União Europeia (EU ETS), estabelecida pelo Regulamento (UE) 2023/959.

Ambas as normativas, com destaque para o EU ETS, reconhecem as tecnologias verdes como elementos indispensáveis para que os setores regulados possam atingir os novos padrões de emissões impostos pelo sistema EU ETS e, conseqüentemente, cumprir as metas climáticas estabelecidas pelo Pacto Ecológico Europeu.

As Tecnologias Verdes, também conhecidas como tecnologias limpas, sustentáveis ou ambientalmente saudáveis, são inovações tecnológicas destinadas a mitigar ou reverter os efeitos adversos da atividade humana no meio ambiente. Essas tecnologias buscam “utilizar menos energia e recursos, se baseiam em recursos renováveis, produzem energia limpa e ajudam a reduzir e reparar danos ambientais” (Wu; Strezov, 2023a, sp, tradução nossa).

Essas tecnologias foram introduzidas pelo Programa 21, que as conceituou como tecnologias que “protegem o meio ambiente, são menos contaminantes, utilizam todos os recursos de forma mais sustentável, reciclam uma maior parte de seus rejeitos e produtos e tratam os restos residuais da forma mais aceitável que as tecnologias tradicionais” (Nações Unidas, 1992, sp, tradução nossa).

Sendo assim, conclui-se que as Tecnologias Ambientalmente Saudáveis são aquelas que se alinham com os princípios do desenvolvimento sustentável, buscando maximizar a eficiência e minimizar os impactos negativos no meio ambiente. Esse conceito é amplamente utilizado em referência às tecnologias que gerenciam os recursos naturais de maneira sustentável e que limitam a poluição.

Portanto, para que as indústrias, tanto europeias quanto de países terceiros, consigam operar dentro desses rigorosos limites de emissão e manter sua competitividade, a adoção de tecnologias verdes torna-se indispensável. No entanto, apesar do potencial transformador das tecnologias verdes, seu impacto global será limitado se o acesso a essas inovações per-

manecer restrito aos países desenvolvidos, como a maioria dos membros da União Europeia.

Apesar do importante papel da inovação na redução dos impactos ambientais, bem como da criação de inúmeros programas governamentais, nos mais diversos níveis e países, voltados a facilitar a criação e a propagação de tecnologias destinadas a mitigar as mudanças climáticas (Ferreira; Fernandes; Ferreira, 2020), a maior parte do desenvolvimento de novas tecnologias voltadas ao combate dos efeitos da crise climática ocorre nos países pertencentes ao Norte Global.

Existe uma brecha histórica entre o Norte e o Sul Global em termos de posse de tecnologia e capacidade tecnológica, com os países desenvolvidos apresentando uma clara vantagem (Ockwell et al., 2010).

No entanto, conforme ensina Fuerte Posada (2010), para que se alcancem os objetivos propostos pela inovação verde, os países em desenvolvimento, aqueles que enfrentam restrições significativas à inovação tecnológica, precisam ter acesso às tecnologias de ponta produzidas no Norte Global:

Diante da nova divisão internacional do trabalho, onde certos países abrigam uma grande parte da produção industrial, devido a condições como mão de obra abundante, para que a tecnologia alcance os resultados desejados, seria necessário que ela fosse disseminada para esses países ou produzida localmente. (Fuerte Posada, 2010, p. 110)

Nesse sentido, a transferência de tecnologias surge como estratégia importante para “reduzir a lacuna entre as nações no processo de alcançar competência tecnológica” (Chege et al., 2019, p. 4). Isso é particularmente relevante para os países em desenvolvimento, que muitas vezes carecem dos meios necessários para desenvolver e implementar essas tecnologias por conta própria. Consequentemente, a transferência tecnológica torna-se um mecanismo relevante para a promoção da sustentabilidade ambiental, considerando que os esforços no combate à crise climática devem ser realizados de forma conjunta por todos os países, independentemente do grau de desenvolvimento.

Desde o início do século XXI, a transferência de tecnologia voltada ao enfrentamento das mudanças climáticas tem ocupado posição central em diversos fóruns e acordos internacionais (Brewer, 2008, p. 517; Fuerte Posada, 2010, p. 114). Um marco expressivo nesse contexto é o Acordo de Paris, aprovado durante a COP21 em 2015, que confere destaque à difusão de tecnologias como instrumento fundamental para a promoção da sustentabilidade ambiental.

O Acordo de Paris impulsionou significativamente a cooperação internacional nesse campo, ao incentivar o intercâmbio de tecnologias com o objetivo de fortalecer ações de mitigação e adaptação climática. Reconhecendo a urgência de uma resposta coletiva, o tratado valoriza a capacitação técnica e o compartilhamento de conhecimentos, práticas bem-sucedidas e soluções inovadoras, especialmente voltadas aos países em desenvolvimento.

Ao reconhecer que a transição para uma economia de baixo carbono depende da disseminação de tecnologias sustentáveis, o Acordo reforça o papel dos países desenvolvidos no apoio técnico e financeiro às nações em desenvolvimento. Essa colaboração é vista como essencial para a construção de um modelo de crescimento mais verde, inclusivo e resiliente às transformações climáticas.

O Artigo 10 estabelece um marco tecnológico para fortalecer as ações endógenas em nível de capacidade e tecnologia. Além disso, reconhece a importância do apoio financeiro e da cooperação internacional, possibilitando a transferência de tecnologia para os países em desenvolvimento. O Artigo 11 trata da capacitação e reconhece que a construção de capacidades deve ser uma parte integral do Acordo, reforçando, assim, a transferência de tecnologia.

Diferentes relatórios de avaliação do IPCC, incluindo o Relatório Especial sobre o Aquecimento Global de 1,5°C (IPCC, 2021), enfatizaram o papel significativo da transferência de tecnologia no enfrentamento das mudanças climáticas, em especial do Norte Global para o Sul Global, reforçando assim as disparidades regionais características do Antropoceno (Mendes, 2020).

Portanto, a transferência internacional de tecnologias desempenha um papel crucial ao permitir que os países em desenvolvimento, que carecem de centros avançados de pesquisa e desenvolvimento, tenham acesso a tecnologias de última geração. Nesse sentido, pesquisadores identificaram que a habilidade de empresas ou nações em reconhecer, criar, assimilar e disseminar competência tecnológica é fundamental para a implementação efetiva dessa transferência (Chege et al., 2019).

Na mesma linha, o Mecanismo de Facilitação de Tecnologia, estabelecido pela Agenda de Ação de Adis Abeba e lançado pela Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, visa promover a transferência e o acesso a tecnologias inovadoras para os países em desenvolvimento, a fim de apoiar seus esforços para alcançar os ODS. O mecanismo busca fortalecer a capacidade desses países de utilizar e desenvolver tecnologias sustentáveis, de modo a enfrentar os desafios e aproveitar as oportunidades relacionadas ao desenvolvimento sustentável.

O Pacto Climático de Glasgow, acordo alcançado na Conferência das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas de 2021, também destaca, em inúmeros artigos, a importância da transferência de tecnologias para a promoção da sustentabilidade e para o alcance das metas propostas pelo Acordo de Paris. O pacto enfatiza a urgência de intensificar a ação e o apoio, incluindo financiamento, capacitação e transferência de tecnologia, com vistas a aumentar a capacidade adaptativa, fortalecer a resiliência e reduzir a vulnerabilidade às mudanças climáticas, de acordo com a melhor ciência disponível e levando em consideração as prioridades e necessidades dos países em desenvolvimento (UNFCCC, 2021, p. 03, tradução nossa).

Quando relacionamos essa problemática ao contexto do Pacto Ecológico Europeu e seus instrumentos jurídicos (EU ETS e CBAM), reconhecemos ser fundamental que as tecnologias desenvolvidas pelas indústrias europeias, para atender aos novos limites de emissão de carbono, sejam transferidas para outros países, especialmente aqueles que não dispõem de capacidade tecnológica e institucional para desenvolver soluções sustentáveis de forma autônoma.

O Regulamento (UE) 2023/956, que instituiu o Mecanismo de Ajuste de Carbono na Fronteira (CBAM), reconhece expressamente, em seu artigo 14, que um dos objetivos do instrumento é incentivar a adoção, por países terceiros, de tecnologias mais eficientes na redução das emissões de gases de efeito estufa:

Embora o objetivo do CBAM consista na prevenção do risco de fuga de carbono, o presente regulamento incentivaria também a utilização de tecnologias mais eficientes em termos de redução das emissões de gases com efeito de estufa por parte dos produtores de países terceiros, de modo a que sejam geradas menos emissões. Por esse motivo, considera-se que o CBAM deverá apoiar eficazmente a redução das emissões de gases com efeito de estufa nos países terceiros (União Europeia, 2023, p. 03).

Apesar dessa intenção declarada, o regulamento não apresenta mecanismos concretos, tampouco demonstra preocupação efetiva, sobre como países em desenvolvimento ou menos desenvolvidos, com limitações em pesquisa, desenvolvimento e inovação tecnológica, poderão acessar ou se beneficiar dessas tecnologias. Essa lacuna levanta questões cruciais não apenas em relação ao acesso desses países ao mercado europeu, mas também quanto à efetividade da luta global contra as mudanças climáticas.

Diante disso, impõe-se refletir sobre como promover, de forma estruturada e equitativa, a transferência internacional de tecnologias verdes, reconhecendo que se trata de um processo complexo, multidimensional e essencial para uma transição climática verdadeiramente justa e sustentável.

3.1 Propriedade Intelectual como Obstáculo à Transferência Tecnológica

Em contextos internacionais, a transferência de tecnologias “geralmente se refere à venda ou licenciamento de propriedade intelectual, mas o termo inclui qualquer processo pelo qual cidadãos de um país possam

acessar e utilizar tecnologia desenvolvida em outro país” (Mytelka, 2007, apud Ferreira; Fernandes; Ferreira, 2020, p. 01).

Essa transferência é mediada por contratos que garantem ao proprietário, por meio do regime de propriedade intelectual, “a segurança jurídica para a exploração econômica da sua criação/invenção, por determinado período de tempo” (Jacob; Sass, 2018, p. 209). Esses contratos podem ser negociados mediante venda (cessão) ou por meio de licenças fornecidas pelo titular aos interessados.

Ainda que a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima reconheça a importância da transferência de tecnologias de baixo carbono para países com menor capacidade técnica, muitos desses Estados manifestam profunda insatisfação com a falta de progresso efetivo nesse processo (Ockwell et al., 2010). Grande parte dessa frustração decorre justamente do endurecimento das exigências relacionadas aos Direitos de Propriedade Intelectual (DPIs), inclusive quando aplicadas a tecnologias sustentáveis. Diante disso, o papel dos DPIs consolidou-se como um dos temas mais contenciosos entre os países do Norte e do Sul Global, impasse agravado pela escassez de evidências empíricas para orientar a tomada de decisões.

Esse debate encontra-se historicamente polarizado. Amparados pelas premissas do Acordo TRIPS, os países do Norte Global argumentam que “a transferência de tecnologia de baixo carbono será facilitada se os países em desenvolvimento fortalecerem suas estruturas legais para a proteção dos DPIs e sua aplicação” (Ockwell et al., 2010, p. 731, tradução nossa). Para esse grupo, a proteção rigorosa de patentes estimularia o investimento estrangeiro e a disseminação do conhecimento.

Em contrapartida, o Sul Global sustenta que essas inovações, dada a sua urgência para a mitigação climática, deveriam ser tratadas como bens públicos, com suas patentes alocadas em domínio público. Nesse sentido, uma das propostas vindas dos países em desenvolvimento é a criação de fundos multilaterais para aquisição dessas patentes, a fim de disponibilizar tecnologias sustentáveis a esses países. (Ockwell et al., 2010).

No entanto, a relação entre a proteção rigorosa aos direitos de propriedade intelectual e o aumento da transferência de tecnologia ou do in-

vestimento direto estrangeiro ainda é incerta. Fuerte Posada (2010) observa que não há comprovação robusta nesse sentido e destaca que dificilmente os DPIs garantirão o acesso efetivo às tecnologias ambientalmente seguras, considerando que os titulares da maioria das patentes estão concentrados na América do Norte, Europa e Japão.

Para Ockwell et al. (2010), os atritos em torno da transferência tecnológica refletem divergências profundas sobre os próprios objetivos do processo, influenciando diretamente a definição das políticas de incentivo. Esse conflito transcende a propriedade intelectual, revelando uma fratura mais ampla nas negociações climáticas internacionais. Tais visões divergentes ficaram evidentes ao se constatar que, apesar das intensas tratativas, “não houve um consenso sobre a inclusão dos DPI no documento final do Acordo de Paris” (Sass, 2020, p. 198, tradução nossa).

Diante desse impasse, Brewer (2008) defende que a eliminação das barreiras à transferência internacional de tecnologias voltadas à mitigação climática deve ser alçada à condição de prioridade também nas negociações da OMC. O autor propõe a ampliação das agendas climática e comercial, considerando: (1) a relevância das transferências tecnológicas Sul-Sul e Sul-Norte; e (2) a necessidade de mitigar os obstáculos ao comércio, ao investimento direto estrangeiro e à proteção dos DPIs em escala global.

Corroborando essa urgência, Sass (2020) argumenta que o sistema internacional de propriedade intelectual frequentemente atua mais como uma barreira do que como um incentivo à inovação, aprofundando o fosso tecnológico entre as nações. A autora ressalta que as metas do Acordo de Paris só serão efetivamente alcançadas mediante esforços coletivos voltados à adoção e disseminação de tecnologias mais eficientes por todos os países.

A transferência de tecnologias sustentáveis é, portanto, uma questão multifacetada. Embora os DPIs cumpram um papel na proteção inventiva, eles podem obstar a difusão de tecnologias verdes. Em um contexto de emergência climática, a proteção ambiental deve prevalecer, garantindo que as políticas de inovação sejam direcionadas não apenas para o desen-

volvimento econômico (Jacob; Sass, 2018), mas, primordialmente, para um desenvolvimento ecologicamente sustentável.

Essa mudança de paradigma ecoa o pensamento de Enrique Leff:

A sustentabilidade não é apenas uma perspectiva inovadora sobre as dimensões humanas e ecológicas do desenvolvimento. Ela implica uma visão crítica sobre o projeto de desenvolvimento que tem guiado o processo de racionalização da modernidade. Como tal, a sustentabilidade questiona o próprio conceito de desenvolvimento e deve ser construída, não como um apêndice a um processo ancorado e orientado pela racionalidade econômica e instrumental, mas sim como uma condição para uma racionalidade social alternativa (2011, p. 03 – tradução nossa).

Conclui-se, portanto, que diante da urgência climática e das assimetrias estruturais no acesso à inovação, torna-se inadiável que os regimes tradicionais de propriedade intelectual sejam repensados à luz de uma nova racionalidade ambiental.

4 BELÉM TECHNOLOGY IMPLEMENTATION PROGRAMME: OBJETIVOS E FINANCIAMENTO

A 30ª Conferência das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (COP 30), realizada em Belém, Brasil, em novembro de 2025, representou um divisor de águas na cooperação internacional para o desenvolvimento sustentável. Como resposta direta aos resultados do primeiro Balanço Global estabelecido na COP 28, os Estados-Partes do Acordo de Paris aprovaram o *Belém Technology Implementation Programme* (BTIP), integrado ao chamado Pacote Político de Belém.

A adoção deste programa inaugura uma nova fase na diplomacia climática, pautada por um apoio fortalecido, coordenado e em maior escala para atender às prioridades tecnológicas dos países em desenvolvimento. A relevância desse novo marco foi destacada pelo Secretário Executivo da UNFCCC, Simon Stiell, que afirmou que “a adoção do *Belém Technology*

Implementation Programm representa uma mudança clara em direção a uma implementação mais eficaz das tecnologias climáticas, beneficiando especialmente os países em desenvolvimento “ (UNFCCC, 2026a, tradução nossa).

Operacionalmente, o BTIP foi concebido para limitar o aumento da temperatura global a 1,5 °C acima dos níveis pré-industriais, tendo como princípio fundamental a abordagem direcionada pelas necessidades de cada país. O programa busca fortalecer a implementação de prioridades tecnológicas já identificadas por nações em desenvolvimento em seus instrumentos climáticos nacionais, como as Contribuições Nacionalmente Determinadas os Planos Nacionais de Adaptação e as Estratégias de Desenvolvimento de Baixa Emissão a Longo Prazo (UNFCCC, 2026c).

De acordo com a Decisão 18/CMA.7 (UNFCCC, 2026c), o programa deve:

- (a) Ser implementado de maneira coerente, inclusiva e orientada para resultados;
- (b) Basear-se nas prioridades tecnológicas dos países em desenvolvimento, em alinhamento com suas circunstâncias nacionais, inclusive em nível local, e aproveitar os conhecimentos e capacidades dos Povos Indígenas, bem como as tecnologias endógenas;
- (c) Ser sensível às questões de gênero, promover a igualdade de gênero, empoderar as mulheres e reconhecer as necessidades e circunstâncias específicas de crianças, jovens, pessoas com deficiência e comunidades locais;
- (d) Contribuir para a disponibilização e o acesso ampliado a apoio financeiro, técnico e de fortalecimento de capacidades para os países em desenvolvimento, reconhecendo as necessidades e circunstâncias especiais dos Países Menos Desenvolvidos (LDCs), dos Pequenos Estados Insulares em Desenvolvimento (SIDS) e de outros países em desenvolvimento particularmente vulneráveis aos efeitos adversos das mudanças climáticas;

(e) Levar em consideração o relatório de avaliação do Programa Estratégico de Poznan para Transferência de Tecnologia e as conclusões das avaliações independentes do Climate Technology Centre and Network (CTCN).” (UNFCCC, 2026c, tradução nossa).

Para atingir esses objetivos, a Decisão 18/CMA.7 estruturou o programa em eixos centrais de atuação. O parágrafo 8 do documento oficial detalha que o programa deve atuar diretamente na remoção de barreiras à tecnologia, no fortalecimento de sistemas nacionais de inovação e no apoio à criação de projetos financiáveis, mobilizando recursos financeiros e não-financeiros para garantir o cumprimento do Acordo de Paris.

Além disso, para assegurar o engajamento político e avaliar a efetividade dessa cooperação internacional, a Decisão 18/CMA.7 definiu em seu texto a convocação de uma cúpula dedicada ao tema: “Decide realizar um diálogo ministerial de alto nível sobre o desenvolvimento e a transferência de tecnologias em sua décima sessão, a ser realizada em novembro de 2028” (UNFCCC, 2026c, tradução nossa).

A governança e a execução dessas diretrizes foram atribuídas ao Mecanismo de Tecnologia da UNFCCC, especificamente ao Comitê Executivo de Tecnologia e ao Centro e Rede de Tecnologia Climática. Estes órgãos foram incumbidos de integrar os elementos do BTIP em seus planos de trabalho e de promover diálogos globais anuais, com o primeiro agendado para junho de 2027, além de diálogos regionais para promover a construção de parcerias. O programa tem um horizonte de implementação inicial até 2034, quando passará por uma revisão estrutural baseada nos resultados do terceiro Balanço Global.

Contudo, apesar da robustez institucional e da clareza de seus propósitos em superar as barreiras do ciclo tecnológico, a efetividade do *Belém Technology Implementation Programme* esbarra em um desafio crônico da governança climática global: o financiamento.

A própria Decisão 18/CMA.7 revela essa vulnerabilidade ao adotar uma linguagem de “convite” à mobilização de recursos. O documento oficial insta o *Green Climate Fund*, o *Global Environment Facility*, o *Adap-*

tation Fund, bem como bancos multilaterais de desenvolvimento, o setor privado e entidades filantrópicas a apoiarem o programa.

No parágrafo 21, a Decisão delega aos órgãos operacionais a tarefa de buscar essas fontes:

Solicita ainda ao Technology Executive Committee (TEC) e ao Climate Technology Centre and Network (CTCN) que identifiquem oportunidades de colaboração com bancos multilaterais de desenvolvimento, instituições de financiamento climático e organizações internacionais que facilitem o desenvolvimento e a transferência de tecnologias climáticas, explorando formas sinérgicas de assegurar financiamento e outros tipos de apoio para a implementação do Belém Technology Implementation Programme (UNFCCC, 2026c, tradução nossa).

Mais revelador ainda é o encerramento do texto oficial (parágrafo 27), que condiciona toda a execução do programa à disponibilidade de verbas: “as ações do secretariado requeridas por esta decisão sejam implementadas, sujeitas à disponibilidade de recursos financeiros “ (UNFCCC, 2026c, tradução nossa).

Essa ressalva evidencia que o BTIP, embora represente um avançado e interessante arcabouço político para a transferência de tecnologias e o fortalecimento dos sistemas de inovação no Sul Global, carece de um fluxo financeiro próprio, previsível e compulsório. Sem um mecanismo de arrecadação sólido capaz de subsidiar a capacitação de projetos, o programa corre o risco de não alcançar sua plenitude. É justamente diante dessa lacuna estrutural de financiamento, que se faz necessária a concepção de instrumentos financeiros inovadores, capazes de prover os recursos indispensáveis para que as diretrizes de Belém saiam do papel.

5 PROPOSTA INSTITUCIONAL: O CBAM E O FUNDO EUROPEU COMO POSSÍVEIS FINANCIADORES DO BELÉM TECHNOLOGY IMPLEMENTATION PROGRAMME

A União Europeia conta com um fundo específico para a promoção e difusão de inovações com baixo impacto ambiental, o Fundo de Inovação. Esse instrumento foi estabelecido pelo Artigo 10a(8) da Diretiva 2003/87 do Conselho e do Parlamento Europeu, com o objetivo de apoiar, em todos os Estados-Membros da União Europeia, “soluções para descarbonizar a indústria europeia e apoiar sua transição para a neutralidade climática, ao mesmo tempo em que promove sua competitividade” (União Europeia, [s.d.], tradução nossa).

Os principais objetivos do Fundo de Inovação são: “(i) ajudar empresas a investir em energia limpa e indústria sustentável; (ii) impulsionar o crescimento econômico; (iii) criar empregos alinhados com um futuro sustentável; e (iv) reforçar a liderança tecnológica europeia em escala global” (União Europeia, [s.d.], tradução nossa). Trata-se, portanto, de um instrumento fundamental para o cumprimento dos compromissos firmados no Acordo de Paris e no Pacto Ecológico Europeu.

O Fundo atua por meio do financiamento de projetos inovadores voltados ao desenvolvimento de tecnologias e processos de baixo carbono em indústrias com uso intensivo de energia, incluindo a produção de bens capazes de substituir produtos intensivos em carbono, dentro do território europeu (União Europeia, [s.d.], tradução nossa), ou seja, aqueles setores que têm a sua produção regulamentada para não exceder o limite de emissão de gases poluentes.

Por esse motivo, o Fundo ganhou bastante destaque no Regulamento (UE) 2023/959, - que atualizou o Sistema de Comércio de Emissões da União Europeia (EU ETS). A norma aumentou a quantidade de licenças do EU ETS destinadas ao financiamento do fundo (de 450 milhões para aproximadamente 530 milhões de licenças); introduziu novos instrumentos financeiros, setores produtivos e tipos de projetos; passou a aplicar o Princípio do Não Causar Danos Significativos (Do No Significant Harm – DNSH), com maior ênfase em impactos ambientais múltiplos; e ampliou a assistência técnica a Estados-Membros com baixa participação efetiva.

Inclusive, é o próprio sistema EU ETS que, por meio da monetização de 530 milhões de licenças, fornece receitas ao Fundo de Inovação. Desse modo, o montante total de recursos disponíveis depende do preço do carbono, podendo alcançar cerca de € 40 bilhões no período de 2020 a 2030, com base em uma estimativa de € 75 por tonelada de CO₂.

Com essas atualizações, a União Europeia espera “contribuir com os objetivos do Pacto Ecológico Europeu, liderar o desenvolvimento de tecnologias limpas e servir de exemplo no cenário global” (UNIÃO EUROPEIA, [s.d.]b, tradução nossa). No entanto, o instrumento limita a sua atuação às fronteiras do território europeu, aplicando todos os tipos de assistência somente a esses países

Como já mencionado anteriormente, tanto o Acordo de Paris quanto o recente pacote de decisões da COP 30 enfatizam a relevância da assistência técnica e da transferência de tecnologias dos países desenvolvidos para os países em desenvolvimento como condição essencial para o enfrentamento da crise climática em escala global.

Nesse contexto, torna-se difícil imaginar que nações que não possuem capacidade técnica e institucional própria conseguirão descarbonizar suas indústrias apenas observando as transformações implementadas pelas indústrias europeias, e menos ainda com a imposição de medidas restritivas, como é o caso da taxaço prevista no sistema CBAM.

A ausência de mecanismos concretos de apoio pode resultar em uma exclusão prática desses países do mercado europeu, pois suas indústrias dificilmente conseguirão atender aos padrões exigidos pelos novos regulamentos, acentuando ainda mais o já existente desequilíbrio no acesso e no desenvolvimento de tecnologias sustentáveis. Essa exclusão enfraquece os esforços coletivos de mitigação global, já que a crise climática exige soluções integradas e colaborativas entre as nações.

Diante desse cenário, e da lacuna de financiamento fixo do *Belém Technology Implementation Programme*, videnciada no capítulo anterior, propõe-se que o escopo de atuação do Fundo de Inovação da União Europeia seja internacionalizado. Para que, além de fomentar o desenvolvimento de

tecnologias verdes no interior do bloco, o Fundo atue como um instrumento financeiro facilitador da transferência internacional dessas inovações.

Isso poderia ocorrer, por exemplo, por meio da aquisição de patentes de tecnologias financiadas pelo próprio Fundo, permitindo que estas sejam licenciadas de forma menos onerosa, ou mesmo gratuita, para licenciadores sediados em países em desenvolvimento. Para que essa medida seja operacionalizada em escala global de forma transparente, as tecnologias adquiridas pelo Fundo Europeu poderiam ser canalizadas diretamente para o ecossistema do BTIP, utilizando a estrutura do Technology Executive Committee e do Climate Technology Centre and Network para a efetivação da transferência para nações necessitadas.

Essa estratégia não apenas ampliaria o alcance das inovações financiadas pelo bloco Europeu, como também se alinharia ao Princípio da Justiça Climática, e aos compromissos internacionais firmados pela União Europeia no âmbito da cooperação climática, como o Acordo de Paris.

Essa expansão do escopo de atuação do Fundo poderia ser viabilizada financeiramente com o reforço de receitas oriundas do próprio CBAM, uma vez que esse instrumento prevê a arrecadação de taxas com base nas emissões de carbono incorporadas em produtos importados. Assim, parte desses recursos poderia ser redirecionada para promover, de forma efetiva e solidária, a democratização do acesso às tecnologias verdes, contribuindo, de fato, para uma transição ecológica global e equitativa.

Essa readequação das receitas do CBAM pode transformá-lo, de uma barreira comercial punitiva, para um possível financiador da transferência tecnológica internacional, garantindo aos países em desenvolvimento as ferramentas necessárias para o cumprimento das metas do Acordo de Paris e consolidando a transição ecológica global equitativa almejada em Belém.

6 CONCLUSÃO

O cenário global contemporâneo é marcado por uma emergência climática sem precedentes, que exige não apenas metas ambiciosas por parte dos Estados, mas também o fortalecimento de mecanismos concretos de

implementação e a concepção de uma nova racionalidade, que priorize a sustentabilidade em detrimento da lógica puramente econômica.

Nesse contexto, o Acordo de Paris e o Pacto Ecológico Europeu representam marcos importantes na consolidação de compromissos multilaterais voltados à transição para uma economia de baixo carbono. Esses acordos atribuem muita importância à inovação e às tecnologias verdes, considerando-as indispensáveis à mitigação dos efeitos das mudanças climáticas, sendo reconhecidas nos principais instrumentos jurídicos da política ambiental europeia, como o Sistema de Comércio de Emissões (EU ETS) e o Mecanismo de Ajuste de Carbono na Fronteira (CBAM).

No entanto, para que tais compromissos sejam efetivamente cumpridos, é necessário garantir que as inovações tecnológicas fundamentais à descarbonização estejam disponíveis de forma equitativa entre os países. Isso porque, hoje, o acesso a essas tecnologias ainda se dá de forma profundamente desigual. Nesse contexto, a transferência dessas tecnologias, majoritariamente desenvolvidas nos países do Norte Global, é uma das possibilidades para que os países em desenvolvimento tenham acesso ao Estado da Arte no tocante às inovações verdes.

No entanto, a rigidez do sistema internacional de propriedade intelectual impõe barreiras significativas à transferência tecnológica, especialmente para países em desenvolvimento, aumentando ainda mais o gap tecnológico entre as nações.

O presente trabalho demonstrou que, embora haja previsões normativas no Acordo de Paris e em outros tratados internacionais que reconhecem a importância da cooperação técnica e da transferência de tecnologias, os mecanismos existentes ainda são frágeis, e pouco foi feito para reverter a exclusão tecnológica que marca a divisão internacional da inovação. A legislação europeia, apesar de avançada em termos de compromissos internos, também carece de instrumentos institucionais voltados à promoção do acesso global às tecnologias verdes, enquanto avanços diplomáticos recentes, como o Belém Technology Implementation Programme (BTIP), esbarram na escassez de financiamento garantido.

Nesse sentido, sugeriu-se que o Fundo de Inovação Europeu, impulsionado pelas receitas do CBAM, seja ampliado para incluir ações voltadas à aquisição e à disponibilização de patentes verdes para países em desenvolvimento. Ao canalizar essas tecnologias por meio da estrutura do BTIP, cria-se uma estratégia concreta de facilitação da transferência tecnológica e de financiamento climático. Ainda que essa proposta tenha sido aqui apresentada de maneira preliminar, ela se insere em um esforço de refletir sobre formas justas e efetivas de cooperação internacional para o enfrentamento da crise climática.

A proposta não significa renunciar à proteção à inovação representada pelo regime jurídico da Propriedade Intelectual, mas sim reequilibrar os instrumentos existentes à luz de uma nova lógica, que reconheça a sustentabilidade como condição para o desenvolvimento e a sobrevivência coletiva. Promover e facilitar a transferência de tecnologias verdes, de forma estruturada e acessível, é, portanto, não apenas um imperativo ético, mas também uma estratégia indispensável para o cumprimento das metas ambientais firmadas no Acordo de Paris, no Pacto Ecológico Europeu e consolidadas no legado da COP 30.

REFERÊNCIAS

BREWER, Thomas L.. Climate change technology transfer: a new paradigm and policy agenda. **Climate Policy**, [S.L.], v. 8, n. 5, p. 516-526, jan. 2008. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.3763/cpol.2007.0451>.

CHEGE, Samwel Macharia; WANG, Daoping; SUNTU, Shaldon Leparan; BISHOGE, Obadia Kyetuza. Influence of technology transfer on performance and sustainability of standard gauge railway in developing countries. **Technology In Society**, [S.L.], v. 56, p. 79-92, fev. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.techsoc.2018.09.007>.

DOMINGUES, Luiz Henrique. **Barreiras na transferência de tecnologia verde no Brasil: um estudo pelo método DEMATEL**. 89 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2020

FERREIRA, João J.M.; FERNANDES, Cristina I.; FERREIRA, Fernando A.F. Technology transfer, climate change mitigation, and environmental patent impact on sustainability and economic growth: a comparison of european countries. **Technological Forecasting and Social Change** [S.L.], v. 150, p. 119770, jan. 2020. Elsevier BV, <http://dx.doi.org/10.1016/j.techfore.2019.119770>.

FUERTE POSADA, A. Desarrollo sostenible y transferencia de tecnologías limpias. **Ensayos de Economía**, [S. l.], v. 21, n. 39, p. 109–118, 2011. Disponível em: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/ede/article/view/28639>. Acesso em: 28 may. 2023.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Strengthening and Implementing the Global Response. Global Warming Of 1.5°C**, [S.L.], p. 313-444, 9 jun. 2022. Cambridge University Press. <http://dx.doi.org/10.1017/9781009157940.006>.

JACOB, Lilian Ramos; SASS, Liz Beatriz. Inovação: uma abordagem crítica a partir da transferência de tecnologia em prol do ser humano. In: BOFF, Salete Oro; FORTES, Vinícius Borges; TOCCHETTO, Gabriel Zanatta. **Propriedade intelectual e gestão da inovação: entre invenção e inovação**. Erechim: Deviant, 2018. p. 197-222.

LEFF, Enrique. Forging an Environmental Rationality for a Sustainable Future. **Development**, [S.L.], v. 54, n. 2, p. 174-176, jun. 2011. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1057/dev.2011.23>.

MENDES, Marcos Vinícius Isaias. Mudança global do clima as cidades no Antropoceno: escalas, redes e tecnologias. **Cadernos Metrópole**, [S.L.], v. 22, n. 48, p. 343-364, maio 2020. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/2236-9996.2020-4801>.

MONTINI, Massimiliano. LA PROMOZIONE DELLO SVILUPPO SOSTENIBILE NELLA POLITICA CLIMATICA DELL'UNIONE EUROPEA: dall'attuazione degli obblighi internazionali alla politica climatica dell'unione con rilevanza esterna. In: MONTINI, Massimiliano. **L'azione esterna dell'Unione europea per l'attuazione dello sviluppo sostenibile**. Napoli: Editoriale Scientifica, 2025. p. 01-282.

NAÇÕES UNIDAS. Conferência Das Nações Unidas Sobre Meio Ambiente E Desenvolvimento, 1992. Disponível em: <https://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/agenda21spchapter34.htm>.

OCKWELL, David G.; HAUM, Ruediger; MALLET, Alexandra; WATSON, Jim. Intellectual property rights and low carbon technology transfer: conflicting discourses of diffusion and development. **Global Environmental Change**, [S.L.], v. 20, n. 4, p. 729-738, out. 2010. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2010.04.009>.

UNFCCC. A new era for climate technology to support developing countries: **The Belém Technology Implementation Programme**. 2026a. Disponível em: <https://unfccc.int/news/a-new-era-for-climate-technology-to-support-developing-countries-the-belem-technology-implementation>. Acesso em: 04 maio 2026.

UNFCCC. **Belém Technology Implementation Programme**. 2025. Disponível em: <https://unfccc.int/ttclear/support/technology-implementation-programme.html>. Acesso em: 04 jun. 2026.

UNFCCC. **Global Stocktake**. 2026b. Disponível em: <https://unfccc.int/topics/global-stocktake>. Acesso em: 08 jun. 2026.

UNFCCC. **Paris Agreement - Status of Ratification**. 2015. Disponível em: <https://unfccc.int/process/the-paris-agreement/status-of-ratification>. Acesso em: 07 jun 2025

UNFCCC. Report of the Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to the Paris Agreement on its seventh session, held in Belém from 10 to 22 November 2025: Addendum. Part two: Action taken by the Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to the Paris Agreement at its seventh session. Decision **18/CMA.7: Belém Technology Implementation Programme**. Bonn: UNFCCC, 2026c.

UNFCCC. **The Glasgow Climate Pact – Key Outcomes from COP26**. 2021. Disponível em: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-glasgow-climate-pact-key-outcomes-from-cop26> Acesso em: 13 jun 2025

UNIÃO EUROPEIA. **Directorate-General For Climate Action**. Comissão Europeia. About the EU ETS. [s.d.]a, Disponível em: About the EU ETS - European Commission. Acesso em: jun. 2025.

UNIÃO EUROPEIA. **Directorate-General For Climate Action**. Comissão Europeia. Innovation Fund. [s.d.]b, Disponível em: Innovation Fund. Acesso em: 13 jun. 2025.

UNIÃO EUROPEIA. **Directorate-General For Climate Action**. Comissão Europeia. European Climate Law. [s.d.]c, Disponível em: https://climate.ec.europa.eu/areas-action/european-climate-law_en. Acesso em: 15 out. 2026.

UNIÃO EUROPEIA. Regulação nº 956, de 10 de maio de 2023. Cria um mecanismo de ajustamento carbónico fronteiriço. **Regulamento (UE) 2023/956 do Parlamento Europeu e do Conselho**. Estrasburgo, 16 maio 2023

UNIÃO EUROPEIA. Diretiva nº 87, de 13 de outubro de 2003. Relativa à criação de um regime de comércio de licenças de emissão de gases com efeito de estufa na Comunidade e que altera a Directiva 96/61/CE do Conselho. **Directiva (UE) 2003/87 do Parlamento Europeu e do Conselho**. Luxemburgo, 25 outubro 2003.

UNIÃO EUROPEIA. Diretiva nº 959, de 10 de maio de 2023. Altera a Diretiva 2003/87/CE, relativa à criação de um sistema de comércio de licenças de emissão de gases com efeito de estufa na União, e a Decisão (UE) 2015/1814, relativa à criação e ao funcionamento de uma reserva de estabilização do mercado para o sistema de comércio de licenças de emissão de gases com efeito de estufa da União. **Directiva (UE) 2023/959 do Parlamento Europeu e do Conselho**. Estrasburgo, 16 maio 2023.

SASS, Liz Beatriz. DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL Y EL ACCESO A TECNOLOGÍAS ECOLÓGICAMENTE RACIONALES (TER): desafíos bajo el acuerdo de parís. In: TERLIZZI, María Sol; WACHOWICZ, Marcos (comp.). **Propiedad intelectual, sociedad y desarrollo: reflexiones desde latinoamérica**. Buenos Aires: Flacso Argentina, 2020. p. 191-207.

WU, Jinsong; STREZOV, Vladimir. **Green Technologies and Sustainability**. 2023a. Disponível <https://www.keaipublishing.com/en/journals/green-technologies-and-sustainability>. Acesso em: 20 maio 2023.

WU, Jinsong; STREZOV, Vladimir. Green technologies and sustainability: a new trend. **Green Technologies And Sustainability**, [S.L.], v. 1, n. 1, p. 100008, jan. 2023b. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.grets.2023.100008>.

ODS NS. 16 E 17 DA AGENDA GLOBAL 2030: PERSPECTIVAS DE ESVERDEAMENTO TECNOLÓGICO DO PODER JUDICIÁRIO BRASILEIRO

Adilson Pires Ribeiro¹
Melissa Ely Melo²

RESUMO

O artigo tem como tema as interconexões entre a Agenda Global 2030 - com enfoque nos ODS 16 e 17 - e as novas tecnologias no âmbito da atuação

¹ Mestre em Direito pelo Programa de Pós-Graduação Profissional em Direito da Universidade Federal de Santa Catarina - PPGPD/UFSC (2022-atual) - Linha de pesquisa: Acesso à Justiça e Processos Jurisdicionais e Administrativos. Graduado em História (licenciatura) pelo Centro Universitário ETEP de São José dos Campos (ETEP). Pós-graduado em Compliance pela Faculdade de Empreendedorismo e Ciências Humanas de Uberlândia (FAECH-2022). Pós-graduado em Direito Administrativo e Gestão Pública pela Faculdade IBRA de Brasília (FABRAS-2022). Pós-graduado em Direito da Família pela Faculdade IBRA de Tecnologia de São José dos Campos (FITEC-2021). Pós-graduado em Direito Processual Civil pela Faculdade Batista de Minas Gerais (FBMG-2020). Graduado em Direito pela Fundação Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI-2019). Assessor Jurídico do Gabinete do 18º Juízo da Unidade Estadual de Direito Bancário do Tribunal de Justiça de Santa Catarina (2022-atual). Professor de Direito Processual Civil, Direito Civil e Administrativo. Ex-Assessor Correicional do Núcleo II - Estudos, Planejamento e Projetos da Corregedoria-Geral da Justiça de Santa Catarina (2020-2022). Ex-Assessor Jurídico da Terceira Vara de Direito Bancário da Região Metropolitana de Florianópolis (2019-2020). Aprovado no XXVII Exame Unificado da Ordem dos Advogados do Brasil (OAB-2018). Publicista nas áreas de Teoria e Filosofia do Direito, Direito Constitucional, Direito Processual Civil e Sustentabilidade.

² Professora no Departamento de Direito e no Programa de Pós-graduação Profissional em Direito da Universidade Federal de Santa Catarina (PPGPD/CCJ/UFSC). Pesquisadora com Pós-Doutorado em Direito pela UFSC. Doutora em Direito pela UFSC, com estágio de doutoramento na Universidade de Alicante (Espanha). Colíder do Grupo de Pesquisa Direito Ambiental e Ecologia Política na Sociedade de Risco (GPDA-UFSC/CNPq). Pesquisadora do Observatório de Justiça Ecológica (OJE-UFSC/CNPq) e da International Union for Conservation of Nature (IUCN). Autora e Organizadora de Livros e Artigos Científicos em Periódicos. Atualmente é Vice-diretora do Centro de Ciências Jurídicas da UFSC.

do Poder Judiciário. O problema de pesquisa questiona se a nova vertente do Judiciário (Justiça 4.0) está alinhada com os ODS 16 e 17 da Agenda Global 2030 e, se o uso de novas tecnologias caminha para um maior acesso à justiça e celeridade processual. O objetivo geral é verificar se o uso de tecnologias no âmbito da prestação jurisdicional está em conformidade com a Agenda 2030, especificamente no que tange aos ODS ns. 16 e 17. O trabalho se subdivide em dois objetivos específicos. Primeiramente, dispõe sobre a sustentabilidade em sua perspectiva tecnológica. No segundo momento, adentra na Agenda Global 2030 em si, com incursão nos objetivos de desenvolvimento sustentável ns. 16 e 17. Verifica, ainda, se o uso de tecnologias e inovação pelo Judiciário está em conformidade com a Agenda. É utilizado o método de abordagem dedutivo. Por fim, a pesquisa se encerra com as considerações finais, nas quais são apresentados pontos conclusivos destacados nos próprios textos normativos e doutrinários.

Palavras-chave: Sustentabilidade tecnológica; Agenda Global 2030; Poder Judiciário; Acesso à justiça.

1 INTRODUÇÃO

A presente investigação científica tem como tema as interconexões entre a Agenda Global 2030 - com enfoque nos ODS 16 e 17 - e as novas tecnologias no âmbito da atuação do Poder Judiciário.³ Quanto à justificativa, tem-se que o sistema judiciário é um serviço que foi e continua sendo afetado pela transformação digital, adequando-se mediante uso de tecnologias com o objetivo de enfrentar os desafios da digitalização da justiça e de seu acesso pelos jurisdicionados. Considerando que o Programa Justiça 4.0 incursionado pelo Conselho Nacional de Justiça é recente e impulsionou significativamente o processo de imersão tecnológica pela instituição judiciária, entende-se ser relevante aprofundar, cientificamente, sobre o tema.

³ O presente artigo foi elaborado a partir da pesquisa realizada no âmbito do PPGPD/CCJ/UFSC, pelo primeiro autor, sob a orientação da segunda autora. (RIBEIRO, Adilson Pires. **Tecnologia e Sustentabilidade:** os impactos do Programa Justiça 4.0 para o acesso à justiça no âmbito do Poder Judiciário de Santa Catarina e sua conformidade com os ODS's ns. 16 e 17 da Agenda Global 2030. 2025. Dissertação (Mestrado em Direito) Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018.).

Diante disso, o problema de pesquisa questiona se a nova vertente do Judiciário (Justiça 4.0) está alinhada com os ODS 16 e 17 da Agenda Global 2030, e se o uso de novas tecnologias caminha para um maior acesso à justiça e celeridade processual. Por isso, a pesquisa tem como objetivo geral verificar se o uso de tecnologias no âmbito da prestação jurisdicional está em conformidade com a Agenda 2030, especificamente no que tange aos ODS ns. 16 e 17. Para tanto, o trabalho se subdividiu em dois objetivos específicos. Por primeiro, disporá sobre a sustentabilidade em sua perspectiva tecnológica, buscando compreender o fenômeno da desmaterialização da prestação jurisdicional brasileira.

No segundo momento, adentrar-se-á na Agenda Global 2030 em si, com incursão nos objetivos de desenvolvimento sustentável ns. 16 e n. 17 para, então, verificar se o uso de tecnologias e inovação pelo Judiciário estão em conformidade com a Agenda.

Com relação à metodologia empregada, será utilizado o método de abordagem dedutivo. Já as técnicas de suporte adotadas compreendem o uso de pesquisa bibliográfica e documental, sobretudo de fonte legislativa. Por fim, a presente pesquisa se encerra com as considerações finais, nas quais serão apresentados pontos conclusivos destacados nos próprios textos normativos e doutrinários.

2 A SUSTENTABILIDADE EM SUA PERSPECTIVA TECNOLÓGICA: A DESMATERIALIZAÇÃO DA INSTITUIÇÃO JUDICIÁRIA BRASILEIRA

Com a globalização, tornou-se essencial adotar uma nova perspectiva acerca da sustentabilidade, surgida como projeto político e social crucial para a humanidade no terceiro milênio. A criação de novos métodos para proteger a sociedade, abrangendo tanto aspectos ambientais quanto sociais, têm direcionado esforços, inclusive em âmbito internacional, para encontrar caminhos alternativos - a exemplo da Agenda Global 2030, que será tratada adiante.

O conceito de sustentabilidade tem sido amplamente debatido e continua a se transformar. Devido às diversas perspectivas de estudo ao longo

dos anos, emergiram muitas críticas ao termo, como sendo vago, polissêmico, sem explicação concreta, inútil e incompreendido. Todavia, para fins didáticos, a sustentabilidade pode ser entendida como a capacidade de se manter, ou seja, de se sustentar estruturalmente, “[...] significa dizer que a atividade humana dirigida a um fim específico pode ser mantida para sempre, aperfeiçoando-se” (Franco, 2021, p. 78), de modo que os recursos naturais oferecidos pelo planeta devem ser, “[...] de forma inteligente, explorados pela humanidade, de maneira que sua utilização se torne contínua e infinita, pois quando se tem em mente sustentar uma sociedade, deve-se ter a cognição de não colocar em risco tais recursos” (Franco, 2021, p. 78). Em termos doutrinários, a sustentabilidade pode ser compreendida como:

O conjunto dos processos e ações que se destinam a manter a vitalidade e a integridade da Mãe Terra, a preservação dos seus ecossistemas com todos os elementos físicos, químicos e ecológicos que possibilitam a existência e a reprodução da vida, o atendimento das necessidades da presente e das futuras gerações, e a continuidade, a expansão e a realização das potencialidades da civilização humana em suas várias expressões (Boff, 2012, p. 14).

Juarez Freitas, por sua vez, compreende a sustentabilidade como princípio constitucional a exigir que tanto o Estado quanto a sociedade trabalhem juntos para promover um desenvolvimento que seja material e imaterial (ou seja, tanto físico quanto cultural), socialmente inclusivo (que inclua todas as pessoas), durável e equânime (sustentável e justo), ambientalmente limpo, inovador, ético e eficiente. O objetivo é garantir o bem-estar das pessoas, tanto no presente quanto no futuro, de maneira preventiva e cuidadosa. Em resumo, é um princípio que busca um desenvolvimento completo e sustentável, beneficiando a todos de forma justa e responsável (Freitas, 2012).

E, para complementar, é possível compreender que a sustentabilidade não pode ser vista como uma forma de apenas adiar desastres ou duvidar do progresso da humanidade. Em vez disso, a sustentabilidade envolve uma visão de mundo dinâmica, onde mudanças e adaptações são inevi-

táveis. No entanto, essas mudanças precisam ser feitas com muita consciência, precaução e responsabilidade, especialmente diante dos riscos e incertezas. Por isso, é crucial avançar no conhecimento sobre governança global e cooperação para alcançar a sustentabilidade de maneira eficaz (Veiga, 2014).

Não se pode negar que a existência de três dimensões da sustentabilidade (social, ambiental e econômica) é unanimidade⁴. Ao longo dos anos se consolidou a compreensão da sustentabilidade sob três grandes tendências, em geral caracterizadas por ações nos seguintes eixos: (a) socioeconômico, sob a perspectiva de redução da desigualdade entre os padrões de vida, melhorando a distribuição de renda, atendimento às necessidades materiais e imateriais, além de buscar processos de produção que mantenham e respeitem as raízes e as particularidades de cada cultura e de cada local; (b) socioambiental, de modo a priorizar o uso de recursos naturais renováveis, desenvolvendo e utilizando tecnologias menos poluidoras, de modo a conservar recursos e energia; e, (c) econômico-ambiental, ou seja, visando alocar e gerir recursos de forma eficiente, macrossocial com aporte de maior fluxo de investimentos (Oliveira; Martins; Lima, 2010, p. 9).

A nova ordem constitucional, ao que se infere, evidencia a mudança de paradigma na Constituição Brasileira, que agora promove um desenvolvimento sustentável, equilibrando as necessidades econômicas, sociais e ambientais⁵. O atual texto da Carta Maior prioriza a solução dos pro-

⁴ Nesse sentido: WERBACH, Adam. **Estratégia para sustentabilidade**: uma nova forma de planejar sua estratégia empresarial. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010; PAWLOWSKI, Artur. How many dimensions does sustainable development have? **Sustainable Development**, São Francisco, v. 16, n. 2, p. 81-90, Mar./Apr. 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/sd.339>. Acesso em: 14 jan. 2025; SPANGENBERG, Joachim H.; BONNIOT, Odile. Sustainability indicators: a compass on the road towards sustainability. **Wuppertal Paper**, n. 81, Feb. 1998. Disponível em: <https://epub.wupperinst.org/front-door/deliver/index/docId/721/file/WP81.pdf>. Acesso em: 14 jan. 2025; SACHS, Ignacy. **Estratégias de transição para o século XXI**: desenvolvimento e meio ambiente. São Paulo: Studio Nobel, 1993, p. 24-27.

⁵ De acordo com a CRFB/1988 “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações” (art. 225, *caput*).

blemas do país e o desenvolvimento dos sistemas produtivos tanto em nível federal quanto regional. Isso significa que há uma escolha clara pelo progresso tecnológico e científico, mas sempre com base em critérios de sustentabilidade econômica, social e ambiental (Pereira, 2015). Desde que a Constituição passou por um processo de “ecologização”, conforme já afirmava Antônio Herman Benjamin (2007), ela deixou de lado os antigos paradigmas de crescimento a qualquer custo e exploração ilimitada dos recursos naturais. Em vez disso, adotou diretrizes que promovem um desenvolvimento equilibrado, considerando o meio ambiente, a sociedade e a economia (Pereira, 2015).

Isso, ao que se percebe, conflui com a perspectiva de Gerd Winter (2009), ao propagar com maior ênfase a ideia de uma sustentabilidade forte, por se compreender que o meio ambiente é o fundamento que sustenta os pilares da economia e da sociedade. É que, enquanto na perspectiva da “sustentabilidade fraca” defende-se a visão de que o desenvolvimento deve equilibrar os três pilares (ambiente, sociedade e economia), a “sustentabilidade forte” compreende o meio ambiente como a base que sustenta a economia e a sociedade.

Em outra oportunidade, Winter, ao abordar o Princípio da Proporcionalidade Ecológica, levanta o seguinte questionamento: “[...] é possível perguntar se [...] entes governamentais, ao fazerem uso de recursos naturais, refletem se suas atividades prestam-se a um objetivo justificável, se o objetivo pode ser alcançado através de meios menos danosos e se os efeitos adversos remanescentes podem ser superados ante a importância do objetivo” (Winter, 2013, p. 64).

Como compreensão, o autor apresenta uma visão de que se deve usar, sim, tecnologias, desde que não causem impactos ambientais negativos, sejam seguras para o uso pretendido, reduzam as emissões de gases de efeito estufa e sejam eficientes no consumo de energia e recursos. Essas tecnologias devem seguir os padrões das partes da entidade/empresa que têm o melhor desempenho ambiental. Embora isso não signifique que as empresas/entidades precisam usar as melhores tecnologias disponíveis no mundo, elas são incentivadas a considerar alternativas e a buscar os melho-

res padrões alcançados pela multinacional. Além disso, ao escolher o tipo de produto ou serviço que vão oferecer, as entidades devem seguir critérios rigorosos, como garantir que não causem danos ao meio ambiente, sejam seguros, reduzam as emissões de gases de efeito estufa, sejam eficientes no uso de energia e recursos, e promovam o reuso, a reciclagem e a disposição adequada de resíduos (Winter, 2013).

Por isso, a inclusão do termo “sustentabilidade” em programas de institucionalização de tecnologias, como é o caso do Justiça 4.0, se refere à criação de uma infraestrutura que seja economicamente viável e sustentável tanto do ponto de vista social quanto técnico, para manter dados valiosos sem que eles se percam ou se degradem significativamente. Isso inclui uma infraestrutura que seja sustentável em termos organizacionais, econômicos, sociais, estruturais e técnicos. É que, garantir apenas o acesso contínuo aos objetos digitais não é suficiente para assegurar que sua autenticidade e integridade serão preservadas no futuro (Bradley, 2007). Logo, é possível compreender que “[...] as transformações tecnológicas além de possibilitarem o aumento da eficiência e eficácia econômica, também pode produzir bens e serviços que gerem valor social e ambiental” (Costa; Araújo, 2024, p. 121).

Admite-se, assim, que em sede de desenvolvimento sustentável as tecnologias assumem um papel de grande relevo, por serem ambientalmente amigáveis, socialmente adequadas e economicamente eficientes. Para essa perspectiva, os mecanismos de incentivo tecnológico por meio dos quais se dá essa ampliação indefinida dos limites ambientais ao crescimento econômico e social devem ser especialmente mecanismos de governança pelos gestores públicos, especialmente se considerarmos que, anualmente, a massificação dos conflitos pessoais judicializados tem se tornado um problema sério e exige, para tanto, o desenvolvimento de políticas que deem vazão à essa demanda (Romeiro, 2012).

Dentro da teoria de desenvolvimento sustentável precursada por Sachs, também é possível extrair fundamentos para uma governança voltada ao incursão de medidas de tecnologia na atuação do Estado, especificamente no âmbito do Poder Judiciário. Isso, segundo o autor, pres-

supõe que seja adotada uma peça-chave na administração pública: o planejamento estratégico, porquanto se bem executado pode acelerar o crescimento econômico em prol do desenvolvimento social e institucional. De acordo com o autor, “[...] gargalos devem ser identificados e suprimidos, capacidades ociosas devem ser aproveitadas e recursos latentes (humanos e naturais) devem ser mobilizados para a implementação de uma estratégia social de longo prazo” (Sachs, 2008, p. 86), cuja implementação exige “[...] uma atitude proativa de um estado desenvolvimentista enxuto e limpo” (Sachs, 2008, p. 86).

Não obstante, a evolução dos estudos sobre sustentabilidade fez surgir novas dimensões. E, aqui, a partir da delimitação inicial do estudo, de modo a exemplificar essa nova e ampla perspectiva, os autores Cruz e Bodnar agregam uma nova dimensão: a tecnológica. Segundo os autores, a ideia de sustentabilidade começou com três aspectos principais: o ambiental, o social e o econômico. Hodiernamente, na sociedade do conhecimento, é essencial incluir também a dimensão tecnológica. Isso porque a inteligência humana, tanto individual quanto coletiva, é fundamental para garantir um futuro sustentável. Do ponto de vista jurídico, todas essas dimensões estão ligadas a distintos direitos humanos e fundamentais, como o direito ao meio ambiente, ao desenvolvimento e aos direitos sociais. Cada uma dessas dimensões tem suas características e riscos específicos (Cruz; Bodnar, 2012).

Claro, pois se a sustentabilidade pretende “[...] a construção de um modelo social viável, já foi visto que, sem atender ao fator tecnológico, não se pode sequer imaginar como será essa sociedade. As clássicas dimensões da Sustentabilidade estão indefectivelmente determinadas por esse fator” (Cruz; Ferrer; 2015, p. 239).

Ao sustentar a existência da dimensão tecnológica da sustentabilidade, Paulo Márcio Cruz e Gabriel Real Ferrer também reconhecem que se está diante de uma “*tecnossociedade*”, de modo que o fator tecnológico, por óbvio, permeia todas as dimensões, elevando a tecnologia a um fato transversal a condicionar as ações que se empreenda nas diferentes dimensões, sejam elas de caráter “interno”, ou seja, “[...] orientadas a redefinir a arqui-

tetura social e a gestão dos bens (dimensões social e econômica)”, seja a que deve definir a relação coletiva com um elemento “externo” [...] “como é o entorno em que a sociedade se desenvolve, ou seja, a dimensão ambiental” (Cruz; Ferrer; 2015, p. 239).

Os autores, porém, fazem um alerta importante. É que se a sociedade globalizada não seguir certas exigências, a esperança de um futuro sustentável desaparecerá, e esse é o risco que se quer evitar. A tecnologia, por si só, também pode ser uma ameaça ao futuro, não se pode negar isso. É necessário administrá-la com cautela, não apenas como um fator que influencia outras áreas, mas como uma área importante por si mesma. Se a tecnologia for mal administrada, pode impedir o caminho em direção à sustentabilidade e até ameaçar a existência da civilização. A tecnologia tem o potencial de causar uma catástrofe global. Por isso, deve ser considerada como a quarta dimensão da sustentabilidade, ao lado das dimensões social, econômica e ambiental (Cruz; Ferrer; 2015).

Essas percepções evidenciam que se a sociedade globalizada não atender às exigências (controle das explorações de recursos naturais, redimensionamento da visão de economia, gestão de conhecimento e informações, uso adequado de tecnologias, gestão de conflitos sociais, etc), a esperança de um futuro viável desaparecerá, e esse é o risco que se quer evitar. Não se pode negar que a tecnologia, por si só, também pode ser uma ameaça que coloca o futuro em perigo. É preciso ter cuidado ao administrá-la, não apenas como um fator importante na definição e gestão das outras dimensões, mas também como uma dimensão por si só. Se considerada isoladamente, a tecnologia pode inviabilizar o processo rumo à sustentabilidade e colocar a civilização em risco de extermínio. (Cruz; Ferrer; 2015).

Vale dizer, assim, que estratégias de inovação tecnológica, fundamentadas em princípios de desenvolvimento sustentável e em tecnologias apropriadas, podem desempenhar um papel crucial na definição de tecnologias-chave para o efetivo acesso à justiça. Essas estratégias não apenas auxiliarão na resolução de problemas sociais judicializados, desde os mais básicos aos mais complexos, mas também poderiam ser integradas em políticas de compartilhamento de tecnologias com demais instituições

públicas. Isso seria especialmente benéfico para instituições que dialogam diariamente com as atividades do Poder Judiciário, que, muitas vezes, dispõem de recursos limitados para criar e implementar tecnologias.

Possível reconhecer, portanto, que a globalização, ainda mais no contexto atual, depende igualmente da “[...] evolução do meio de transmissão da informação, afinal ela é constante, necessária e indispensável. Com isso novas tecnologias vêm surgindo em busca de um mundo sustentável, aplicados à crescente situação das grandes mudanças tecnológicas” (Cardozo; Murarolli, 2015, p. 148). Razões pelas quais a tecnologia se tornou um bem essencial não só para as empresas que buscam sobreviver no contemporâneo ambiente de alta competitividade e globalização, mas também para o Poder Judiciário que enfrenta altos índices de judicialização de conflitos sociais.

A adoção de uma perspectiva sustentável nas tecnologias de informação (a chamada “*TI Verde*”) diferencia-se da adoção de uma TI qualquer, mormente “[...] pela importância que as questões éticas e de sustentabilidade possuem no processo de tomada de decisão” (Lunardi; Frio; Brum, 2011, p. 159). Isso porque, enquanto a adoção de uma TI é usualmente motivada pelos potenciais benefícios econômicos do uso dessa tecnologia, as práticas de “*TI Verde*” são motivadas também por uma preocupação com o planeta, mesmo que os benefícios econômicos possam não ser tangíveis no curto prazo.

A respeito, a doutrina tem compreendido que a adoção de práticas sustentáveis têm evidenciado benefícios em duas categorias principais: a) ambiental, ou seja, priorizando a redução da emissão de gases poluentes, conservação de energia; e, b) financeira, que objetiva a redução de perdas e gastos operacionais, aumento da produtividade dos funcionários, vantagens em campanhas publicitárias, pois consumidores preferem empresas socialmente responsáveis e, a redução de taxas e impostos oferecida por governos para quem investe em tecnologias sustentáveis (Lunardi; Frio; Brum, 2011).

Porém, para que o processo de virtualização da prestação jurisdicional seja uma ferramenta capaz de concretizar os parâmetros de eficiência,

eficácia e efetividade desejados para a realização de serviços judiciais e judiciários, é preciso, sobretudo “[...] pensar sistematicamente, trazendo de fato uma administração judicial participativa de resultados aliada ao uso das novas tecnologias” (Caldas; Mata Diz; Silva, 2019, p. 380), mormente porque estas são fundamentais para permitir aos usuários da Justiça e para o próprio Poder Judiciário meios de estabelecer a democracia participativa que exige a colaboração popular nas decisões e o controle social de maneira dialogada, o que, por outro lado, exige total eficiência, eficácia, efetividade e, notadamente, mecanismos de sustentabilidade num contexto de governança corporativa (Caldas; Mata Diz; Silva, 2019).

Podemos compreender, assim, que a desmaterialização da justiça, de forma especial a partir dos eventos ocasionados pela Pandemia Covid-19, “[...] trouxe impactos positivos para o meio ambiente, haja vista a redução da utilização de papel, tintas, carimbos, grampos, cartuchos de impressão e materiais de escritório, utilizados em larga escala pelas unidades judiciárias até sua implantação” (Silva; Moraes, 2023, p. 34). Soma-se a isso a evidente redução de despesas com espaços físicos, diminuindo-se a necessidade de mobiliários como estantes e até imóveis de grande porte destinados ao arquivamento de autos, mormente em razão do processo digital e da regulamentação do teletrabalho e do regime *home office*. Não se diga, ainda, a acessibilidade que a tramitação processual digital proporciona, “[...] por meio da possibilidade de utilização de ferramentas que auxiliam a atuação de pessoas com deficiência, sejam servidores, advogados, procuradores ou juízes” (Silva; Moraes, 2023, p. 45).

A pensar assim, a Justiça 4.0 caminha não apenas ao encontro do ODS n. 16 da Agenda Global 23030, mas também do ODS n. 10 (redução das desigualdades), notadamente em relação às metas 10.2 (até 2030, “empoderar e promover a inclusão social, econômica e política de todos, independentemente da idade, gênero, deficiência, raça, etnia, origem, religião, condição econômica ou outra”) e 10.3, que visa garantir igualdade de oportunidades, inclusive por meio da promoção de legislação, políticas e ações adequadas a este respeito (Silva; Moraes, 2023, p. 45).

Com isso, evidenciam-se vantagens sociais e econômicas (melhor utilização de recursos públicos), porquanto a justiça digital, “[...] de forma

especial o Juízo 100% Digital e os Núcleos de Justiça 4.0, também trazem vantagens ambientais, uma vez que, ao tornar desnecessário o deslocamento intermunicipal, contribuem para a redução da emissão de gases poluentes pelos veículos de transporte” (Silva; Moraes, 2023, p. 45).

A tecnologia, alinhada à sua perspectiva sustentável, evidencia alguns aspectos que influenciam as novas práticas na rotina do Judiciário, com destaque para “[...] o aumento de produtividade por poder se dedicar mais às atividades do direito, o acesso à informação, o maior volume de informações, a segurança da informação, a celeridade, a transparência, a redução de custos” (Hino; Cunha, 2020, p. 1952). E, ainda, a preservação do meio ambiente, com a promoção de uma instituição judiciária mais sustentável, com o melhor aproveitamento do seus espaços físicos pelo Estado.

É de se compreender, portanto, que a sustentabilidade em sua dimensão tecnológica ganhe cada vez maior justificativa de sua aplicação, notadamente com o advento acelerado do processo de virtualização das atividades públicas, daí porque a importância de se compreendê-la no âmbito da prestação jurisdicional, especificamente sob o prisma da Agenda Global 2030, conforme será abordado a seguir.

3 A AGENDA GLOBAL 2030 E OS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL N. 16 E N. 17: O FENÔMENO DO ESVERDEAMENTO DA PRESTAÇÃO JURISDICIONAL

A Agenda Global 2030 é agenda de Direitos Humanos, encampada pela Organização das Nações Unidas (ONU), aderida por 193 (cento e noventa e três) países, por meio de 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e 169 metas baseadas em 241 indicativos. Conforme retratado na Agenda Global 2030, tem-se como objetivo n. 16, até 2030, “Promover sociedades pacíficas e inclusivas para o desenvolvimento sustentável, proporcionar o acesso à justiça para todos e construir instituições eficazes, responsáveis e inclusivas em todos os níveis”, e n.17 “Fortalecer os meios de implementação e revitalizar a parceria global para o desenvolvimento sustentável”.

Quanto aos aspectos tecnológicos, chama a atenção dois indicadores, atrelados ao ODS n. 17 (17.7 e 17.8), a destacar que as instituições devem implementar os objetivos de forma sustentável, de modo a superar a aplicação do termo apenas ao contexto ambiental. Quer-se demonstrar, a partir desse olhar, que o remanejamento da atuação judiciária, com ações e ferramentas que desburocratizarão o acesso à justiça por meio de dispositivos tecnológicos, traduz a vertente da Agenda Global 2030, a buscar de maneira constante a sustentabilidade das instituições.

O conjunto de Objetivos da Agenda Global 2030 possui fundamento nos direitos humanos, uma vez que também buscam a defesa da dignidade da pessoa humana. Tal perspectiva decorre do entendimento de que “[...] os tratados internacionais terão aplicabilidade imediata pela sua incorporação automática ao direito nacional através da ratificação”. Compreende-se, a partir de tal contexto, que “[...] os 17 objetivos da ONU, dos quais o Brasil optou por ser signatário, integram o ordenamento jurídico pátrio como normas de hierarquia superior às normas infralegais. Por isso, não restam dúvidas a respeito de sua força normativa” (Gomes; Marques, 2020, p. 231).

Sob outro ângulo, no atinente à coercitividade da Agenda Global 2030, pode-se afirmar que os ODS’s fazem parte da *Soft Law*, ou seja, normas que não são dotadas de coerção, não impondo uma sanção previamente estabelecida, servindo, por outro lado, “[...] como parâmetro aos Estados que a utilizam, como uma espécie de obrigação moral” ao contrário do que ocorre nas normas que compõem a *Hard Law*, que possuem capacidade de coerção e sanção (Gomes; Marques, 2020, p. 231).

Compreender a força da Agenda 2030 a partir do contexto da *Soft Law*, contudo, não significa que o compromisso assumido pelo Brasil não possa ser exigido juridicamente, inclusive no âmbito do Poder Judiciário.

Isso porque, conforme explica Matusalém Gonçalves Pimenta, devido à rapidez das mudanças no mundo globalizado e na sociedade informacional, as antigas formas de negociação, como os tratados multilaterais, são muito lentas e burocráticas. Isso é especialmente problemático quando se trata de questões urgentes. A *Soft Law*, assim, pode ser mais adequada para lidar com a velocidade das transformações tecnológicas e sociais atuais,

tendo em vista ser composta por normas mais flexíveis e menos formais, mas que ainda têm força obrigatória. Em resumo, o autor destaca a necessidade de novas formas de regulamentação que acompanhem a rapidez das mudanças globais e tecnológicas, haja vista os desafios advindos das demandas por maior sustentabilidade (Pimenta, 2018).

Além do que, esse viés obrigacional da Agenda 2030 pode ser verificado a partir do item n. 45, ao disciplinar que, com a assinatura do compromisso, os Estados signatários reconhecem o papel essencial dos parlamentos nacionais quando da promulgação de legislação e adoção de orçamentos para garantir a sua implementação efetiva. O documento ainda menciona que os Governos e instituições públicas também trabalharão em estreita colaboração com autoridades regionais e locais, instituições sub-regionais, instituições internacionais, academia, organizações filantrópicas, grupos de voluntários e outros na implementação dos objetivos ali previstos (Nações Unidas, 2020).

Destaca-se, contudo, a existência do Decreto n. 8.892, de 27 de outubro de 2016 (BRASIL, 2016), o qual criou a Comissão Nacional para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, tendo como finalidade internalizar, difundir e dar transparência ao processo de implementação da Agenda 2030. Tal norma, ao que se compreende, eleva o status da agenda para angariar maior caráter obrigacional.

Ainda que a Agenda Global 2030 não possua força normativa em si, sua institucionalização pelo Poder Judiciário Nacional a eleva como um protocolo, um típico tratado, uma diretriz a ser seguida por toda sua estrutura, notadamente porque a mesma foi incorporada pelo CNJ como uma de suas Metas Nacionais já na gestão de 2020 - Meta 9 (Integrar a Agenda 2030 ao Poder Judiciário), tendo como objetivo:

Aperfeiçoar a comunicação do Judiciário com os usuários do sistema, intensificar o intercâmbio nacional e internacional com a rede de inovação no setor público e tornar os indicadores da prestação jurisdicional, ainda mais, transparentes, eficientes e responsivos à sociedade (CNJ - Agenda 2030, 2019).

Assim, as previsões contidas na Agenda 2030 constituem-se em valores e obrigações morais que são reconhecidos e aceitos entre as nações. Essas discussões e acordos internacionais influenciam as políticas e processos internos dos países, porque são valores debatidos e definidos globalmente. Esses valores acabam sendo incorporados em diferentes áreas e níveis da sociedade dentro de cada país. Por isso, deve-se compreender que a aplicabilidade da Agenda 2030 perpassa a esfera de objetivos juridicamente exigíveis, partindo-se do pressuposto de que o alcance dos ODS's não é de responsabilidade única das nações aderentes, mas sim um compromisso compartilhado entre todas as esferas da sociedade, aí incluindo o Judiciário (Santos; Silva; Martins, 2022).

O Objetivo de Desenvolvimento Sustentável n. 16 reflete a importância de se promover sociedades pacíficas e inclusivas para o desenvolvimento sustentável, viabilizando efetivo acesso à justiça para todos, tendo-se como consequência a edificação de instituições mais responsáveis, eficazes e inclusivas em todos os níveis⁶. Já o ODS 17 tem como foco fortalecer os meios de implementação e revitalizar a parceria global para o desenvolvimento sustentável⁷.

⁶ Quanto às metas, é previsto [...] 16.1 Reduzir significativamente todas as formas de violência e as taxas de mortalidade relacionada em todos os lugares; 16.2 Acabar com abuso, exploração, tráfico e todas as formas de violência e tortura contra crianças; 16.3 Promover o Estado de Direito, em nível nacional e internacional, e garantir a igualdade de acesso à justiça para todos; 16.4 Até 2030, reduzir significativamente os fluxos financeiros e de armas ilegais, reforçar a recuperação e devolução de recursos roubados e combater todas as formas de crime organizado; 16.5 Reduzir substancialmente a corrupção e o suborno em todas as suas formas; 16.6 Desenvolver instituições eficazes, responsáveis e transparentes em todos os níveis; 16.7 Garantir a tomada de decisão responsiva, inclusiva, participativa e representativa em todos os níveis; 16.8 Ampliar e fortalecer a participação dos países em desenvolvimento nas instituições de governança global; 16.9 Até 2030, fornecer identidade legal para todos, incluindo o registro de nascimento; 16.10 Assegurar o acesso público à informação e proteger as liberdades fundamentais, em conformidade com a legislação nacional e os acordos internacionais; 16.a Fortalecer as instituições nacionais relevantes, inclusive por meio da cooperação internacional, para a construção de capacidades em todos os níveis, em particular nos países em desenvolvimento, para a prevenção da violência e o combate ao terrorismo e ao crime; 16.b Promover e fazer cumprir leis e políticas não discriminatórias para o desenvolvimento sustentável (ONU, 2015).

⁷ E, quanto à tecnologia, [...] 17.6 Melhorar a cooperação Norte-Sul, Sul-Sul e triangular regional e internacional e o acesso à ciência, tecnologia e inovação, e aumentar o compartilhamento de conhecimentos em termos mutuamente acordados, inclusive por

Do ponto de vista da governança, as metas do ODS n. 16 servem de suporte para a implementação dos demais objetivos e, nesse contexto, o acesso à justiça talvez se apresente como a mais complexa categoria contida no ODS 16. É que, pela dicção da CRFB/1988, o acesso à justiça não se realiza somente pelo direito público subjetivo de propor uma ação (o aspecto formal), mas, sobretudo, pela vedação ao legislador em editar norma que exclua da apreciação do Poder Judiciário qualquer lesão ou ameaça a direito.

O que se busca é um acesso à ordem jurisdicional de forma célere e justa, por meio de um processo de resultado, mormente porque no ODS 16 a categoria “acesso à justiça” é encampada como uma prerrogativa universal, ou seja, ao alcance de todos, de forma indistinta e inclusiva. A perspectiva do desenvolvimento sustentável dialoga, sobretudo, com a ideia de justiça social e inclusão, alicerçando o efetivo acesso à justiça como elemento integrante da inclusão e da cidadania, a refletir, o propósito da Agenda 2030 de “[...] não deixar ninguém para trás” (Pires; Ribeiro; Cruz, 2024).

O termo “instituições eficazes”, também incorporado pelo ODS n. 16 da Agenda 2030, está intimamente ligado à governança eficiente. Ao comentar a respeito, Franco explica que os órgãos públicos devem agir de acordo com a lei e a moralidade, sendo transparentes e eficientes, para garantir segurança jurídica e confiança aos cidadãos. Com respaldo constitucional, uma vez que a CF/88 organiza os princípios básicos do poder político e define os elementos essenciais da vida em sociedade. Por sua vez, a eficácia das instituições está ligada aos resultados concretos que elas produzem e pode ser medida pelo grau de satisfação dos cidadãos que usam

meio de uma melhor coordenação entre os mecanismos existentes, particularmente no nível das Nações Unidas, e por meio de um mecanismo de facilitação de tecnologia global; 17.7 Promover o desenvolvimento, a transferência, a disseminação e a difusão de tecnologias ambientalmente corretas para os países em desenvolvimento, em condições favoráveis, inclusive em condições concessionais e preferenciais, conforme mutuamente acordado; 7.8 Operacionalizar plenamente o Banco de Tecnologia e o mecanismo de capacitação em ciência, tecnologia e inovação para os países menos desenvolvidos até 2017, e aumentar o uso de tecnologias de capacitação, em particular das tecnologias de informação e comunicação [...] (ONU, 2015).

seus serviços. Os critérios para medir a eficácia variam, mas geralmente começam com a identificação das necessidades e os recursos disponíveis para atendê-las e, terminam com a avaliação dos resultados e da satisfação dos usuários (Franco, 2021).

A declaração do ODS 16 (Objetivo de Desenvolvimento Sustentável) menciona que as instituições devem ser eficazes, responsáveis e inclusivas em todos os níveis. Isso significa que as ações institucionais devem ser inclusivas, garantindo não discriminação, igualdade de oportunidades e transparência nos processos. A promoção da igualdade de oportunidades pode exigir ações afirmativas para corrigir desvantagens iniciais. As instituições têm a missão de corrigir desigualdades sociais, o que é uma de suas tarefas mais nobres. Práticas republicanas e virtudes podem criar instituições eficazes e responsáveis, resultando em uma sociedade forte. Em uma sociedade forte, o governo democrático se fortalece (Franco, 2021).

A interação entre a Agenda Global 2030 e o Poder Judiciário tem sido destacada em diversos documentos, notadamente emitidos pelo Conselho Nacional de Justiça, mormente porque à medida em que a promoção da Justiça, da Paz e de Instituições Eficazes compõe um dos ODS (n. 16), a necessidade de acesso e análise daquilo que é produzido pelo Judiciário passa a ser requisito imprescindível à verificação do cumprimento da Agenda Global pelo Brasil.

Internamente, a institucionalização da Agenda Global 2030 no Poder Judiciário ocorreu com a criação do Comitê Interinstitucional da Agenda 2030, através da Portaria CNJ n. 133/2018, cujo objetivo destina-se à avaliação da integração das metas do Poder Judiciário Brasileiro às metas e aos indicadores dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030, além de relatório de trabalho com o apoio de todos os Tribunais do país.

Em 07.05.2019 a Coordenadora do Comitê Interinstitucional apresentou ao Colegiado o 1º Relatório (CNJ-Relatório Preliminar, 2019) produzido pelo Comitê Interinstitucional da Agenda 2030. Naquela oportunidade, o Comitê Interinstitucional entendeu que foi dado apenas um passo rumo à implementação da Agenda 2030 no âmbito do Poder Judiciário,

porquanto o estudo tinha como objetivo, inicialmente, apenas (1) mapear os bancos de dados existentes; e, (2) mostrar a possibilidade de relacionar a atuação fim do Poder Judiciário às metas e aos indicadores dos ODS, da Agenda 2030, reconhecendo-se, por outro lado, que o CNJ “[...] já se dedica a reunir os tribunais nesse processo conjunto, de definição das metas nacionais, em consonância com os macrodesafios e com a Estratégia Nacional do Poder Judiciário” (CNJ-Relatório Preliminar, 2019). Ao final do estudo, o Comitê propôs seis encaminhamentos específicos, em especial a criação da Meta 9, cuja premissa era institucionalizar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030 no Poder Judiciário Brasileiro, tendo como objetivo:

Aperfeiçoar a comunicação do Judiciário com os usuários do sistema, intensificar o intercâmbio nacional e internacional com a rede de inovação no setor público e tornar os indicadores da prestação jurisdicional, ainda mais, transparentes, eficientes e responsivos à sociedade (CNJ-Relatório Preliminar, 2019).

De acordo com o relatório preliminar, a ideia de inserir na agenda do Poder Judiciário a Meta 9, “[...] tem o escopo de internalizar e levar à compreensão de todos o alcance da Agenda 2030, com enfoque nos ODS”.

No fim do ano de 2019 o Conselho Nacional de Justiça aprovou a Meta Nacional 9 do Poder Judiciário - Integrar a Agenda 2030 ao Poder Judiciário -, consistente na realização de ações de prevenção ou desjudicialização de litígios voltadas aos objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS) da Agenda Global 2030. O conjunto das Metas Nacionais do Poder Judiciário representa, a um só tempo, o compromisso dos Tribunais com o aprimoramento da prestação jurisdicional, tanto que o Poder Judiciário Brasileiro é pioneiro, no mundo, “[...] da institucionalização da Agenda 2030 em seu Planejamento Estratégico, tendo celebrado Pacto pela implementação dos ODS da Agenda 2030 no Poder Judiciário com a Organização das Nações Unidas em agosto de 2019” (CNJ, 2019).

Na entrega do 2º Relatório, o Comitê Interinstitucional, no evento que inaugurou o Laboratório de Inovação, Inteligência e ODS (LIODS) do

CNJ, ao responder o questionamento “O que representa a Agenda 2030 no Poder Judiciário?”, enfatiza o caráter pioneiro da atuação do Judiciário na integralização da Agenda 2030

A integração da Agenda 2030 no Poder Judiciário confere visibilidade internacional à quantidade de ações que são desenvolvidas pelas Cortes brasileiras em favor do cidadão, colocando o Brasil como pioneiro global nessa iniciativa. As Comissões de Gestão Estratégica, Estatística e Orçamento e a de Acompanhamento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável e da Agenda 2030 auxiliarão na elaboração dos Planos de Ação (CNJ, 2019).

Ao que se infere, os 17 (dezessete) Objetivos de Desenvolvimento Sustentável - com enfoque nos de n. 16 e 17, objeto desta pesquisa - e as 169 (cento e sessenta e nove) metas a serem atingidas no período de 2016 a 2030 possuem o escopo de efetivar os direitos humanos/fundamentais, promovendo, para tanto, o desenvolvimento de estratégias de governança que aliam, de um lado, a sustentabilidade e, de outro, medidas disruptivas que otimizam o acesso à justiça, a exemplo da tecnologia e da inteligência artificial.

As novas tecnologias, inteligência artificial e automatizações de robótica têm trazido diversas mudanças no contexto social e cultural. Esse novo cenário relaciona-se com a governança digital, visto que o maior contato, a troca de experiências e a articulação conjunta dos atores facilitam o alcance de metas e ampliam as relações entre o Estado e os jurisdicionados (Farranha; Santos, 2015). É significativo o impacto da tecnologia nas relações sociais, tanto que, para Aires José Rover, na atual “sociedade digital”, “[...] tudo é muito dinâmico na era digital a urgência caracteriza o relacionamento entre profissionais e seus clientes e o aperfeiçoamento diário tornou-se uma obrigação” (Rover, 2016, p. 87).

O olhar de um Judiciário sob o prisma da Justiça 4.0 deve ser incursionado à prestação jurisdicional apta à observar o caso concreto e dar atenção à realidade social, econômica e política, de modo a proporcionar a efetiva tutela do direito substantivo, em conformidade com um sistema de

justiça que caminha à uma tutela sustentável das prerrogativas individuais e coletivas. Nessa tônica, a prestação jurisdicional de tutela efetiva tende a apresentar-se como requisito essencial para a obtenção de efetividade do direito material. A utilização da tecnologia digital no âmbito do Judiciário, assim, passa a ser intimamente associada à eficiência do processo, e desse modo, da entrega do bem da vida.

A exemplo do que tem se observado no âmbito do Tribunal de Justiça de Santa Catarina⁸, está amplamente difundindo o uso de IA nas atividades jurisdicionais de gabinetes, como forma de aprimorar e acelerar a prestação jurisdicional. O que se nota é que o Poder Judiciário de Santa Catarina vem ampliando de forma estruturada a adoção da inteligência artificial como instrumento de apoio à atividade jurisdicional, com ênfase no uso responsável, estratégico e institucionalizado dessas tecnologias. Entre as medidas previstas, destaca-se a concessão de licenças do Microsoft Copilot 365 aos gabinetes do 1º grau, bem como a regulamentação de seu uso, prevista para aprovação ainda em 2026. A iniciativa integra uma política mais ampla de modernização tecnológica, conduzida em parceria entre a Diretoria de Tecnologia da Informação e a Academia Judicial do TJSC, e está alinhada à incorporação progressiva de soluções de IA já integradas ao sistema eproc, voltadas sobretudo à automação de tarefas repetitivas e ao aumento da eficiência administrativa e jurisdicional (Notícias TJSC, 2025).

Paralelamente, o PJSC investe de modo significativo na capacitação de magistrados e servidores, com formação presencial e regionalizada em todas as comarcas do Estado, alcançando as unidades judiciais do 1º grau. A formação contempla desde fundamentos conceituais da inteligência artificial até temas sensíveis como ética, privacidade, proteção de dados e engenharia de *prompts*, além da criação de chats e agentes personalizados. Essa etapa dá continuidade ao programa iniciado em 2024, que já capacitou o 2º grau, e consolida uma estratégia institucional voltada à preparação do corpo funcional para os desafios e oportunidades da transformação digital,

⁸ O exemplo deste Tribunal é trazido tendo em vista o âmbito de desenvolvimento da pesquisa do qual o artigo é fruto, conforme já observado na nota de rodapé n. 3.

reforçando o compromisso do Judiciário catarinense com inovação, eficiência e qualidade da prestação jurisdicional (Notícias TJSC, 2025).

De acordo com as informações obtidas na página do TJSC, quanto ao uso da IA pelos gestores, denota-se que a Corte tem orientado o uso da Microsoft Copilot como ferramenta oficial de IA institucional. A iniciativa tem como finalidade apoiar a gestão, simplificar tarefas, oferecer sugestões inteligentes e aprimorar processos de trabalho e a elaboração de documentos, sempre em ambiente seguro, com acesso restrito e proteção dos dados institucionais, reforçando o compromisso com a governança da informação (PJSC, Dicas de Gestão).

Integrado aos aplicativos do Microsoft 365, o Copilot amplia as capacidades operacionais dos gestores ao automatizar tarefas rotineiras, auxiliar na criação e revisão de textos, elaborar apresentações, analisar dados e gerar insights estratégicos. Suas funcionalidades incluem automação de documentos e agendas, apoio à análise de desempenho e tendências, aprimoramento da escrita, colaboração em tempo real, transcrição de reuniões e suporte à segurança e à conformidade com políticas de privacidade, respeitando rigorosamente as permissões de acesso dos usuários (PJSC, Dicas de Gestão).

A segurança da informação é tratada como diretriz central no uso da IA, razão pela qual se recomenda a utilização exclusiva do Copilot por meio da conta institucional do PJSC, especialmente no tratamento de documentos e processos judiciais. Ao mesmo tempo, reconhece-se que as respostas geradas pela ferramenta podem conter imprecisões ou inadequações, impondo aos gestores o dever de revisar, ajustar e validar criticamente todo o conteúdo produzido com o auxílio da inteligência artificial antes de sua utilização (PJSC, Dicas de Gestão).

Por se tratar de tecnologia recente, o uso qualificado da IA pressupõe capacitação contínua. Nesse contexto, a Diretoria de Tecnologia da Informação disponibiliza materiais de apoio institucionais, além de incentivar a formação por meio de cursos específicos, como os voltados aos fundamentos e aplicações da IA no setor público. A integração do Copilot às práticas de gestão é compreendida como oportunidade estratégica para ampliar a

produtividade e a qualidade do trabalho, sem substituir a atuação humana, permitindo que os gestores dediquem mais tempo às atividades de maior complexidade analítica e decisória (PJSC, Dicas de Gestão).

Persistem riscos relevantes no uso da inteligência artificial, mesmo diante das exigências da LGPD, especialmente quanto à falta de transparência sobre os critérios que orientam a geração das respostas algorítmicas. Essa opacidade pode reproduzir vieses discriminatórios, gerar impactos negativos aos titulares de dados e dificultar o controle e o exercício pleno dos direitos informacionais pelos próprios titulares (Silva; Domingues, 2024).

Outra preocupação central reside na possibilidade de dependência excessiva dos algoritmos no desempenho das atividades dos servidores, inclusive em tarefas sensíveis, como a proposição de decisões judiciais. Embora a IA seja capaz de automatizar e otimizar processos, ela não substitui o julgamento humano, que envolve análise normativa aliada à compreensão de contextos sociais, conflitos e aspectos subjetivos próprios das relações humanas. Sob a perspectiva dos servidores, a adoção da IA apresenta múltiplos desafios, como a ausência de filtragem adequada das informações, dilemas éticos na construção e no uso dos algoritmos, entraves burocráticos à implementação no setor público, limitações de acesso a dados, definição das atividades passíveis de automação, responsabilização por erros e impactos comportamentais, como o medo do novo ou o comodismo funcional decorrente do uso da tecnologia (Montezano; Oliveira; Alencar; Silva; Pereira, 2024).

Por todo o exposto, percebe-se que o “esverdeamento” da gestão interna da instituição judiciária é uma tendência do futuro, no qual as demandas são massificadas e, portanto, devem ser vistas como uma política de Estado. Nesse sentido, em 2019 foi aprovada a Meta Nacional 9 do Poder Judiciário – Integrar a Agenda 2030 ao Poder Judiciário.

Segundo a ONU, a Agenda 2030 reflete um cuidado, um apelo de magnitude internacional que busca “[...] acabar com a pobreza, proteger o meio ambiente e o clima e garantir que as pessoas, em todos os lugares, possam desfrutar de paz e de prosperidade. Estes são os objetivos para os

quais as Nações Unidas estão contribuindo” (BRASIL, ODS 16), de modo a implementar a Agenda 2030 no Brasil. Não obstante, o Brasil ainda enfrenta o problema da concretização das prospecções constitucionais.

Os fenômenos sociais da modernidade e globalização exigem que o sistema judicial não fique limitado à jurisdição tradicional. É necessário usar novas ferramentas tecnológicas, como automação e inteligência artificial, para tornar o acesso à justiça mais eficiente e menos burocrático e, isso, ao que se percebe, está alinhado com os objetivos da Agenda Global 2030.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do panorama ora apresentado, é possível compreender que a sustentabilidade pretende a construção de um modelo social viável, sem atender ao fator tecnológico, não se pode sequer imaginar como será essa sociedade. As clássicas dimensões da Sustentabilidade estão indefectivelmente determinadas por esse fator: a tecnologia.

Há de se compreender que está-se diante de uma “tecnossociedade”, de modo que o fator tecnológico permeia todas as dimensões, elevando a tecnologia a um fato transversal a condicionar as ações que se empreenda nas diferentes dimensões, sejam elas de caráter “interno”, orientadas a redefinir a arquitetura social e a gestão dos bens (dimensões social e econômica), seja a que deve definir a relação coletiva com um elemento “externo”, como é o entorno em que a sociedade se desenvolve, ou seja, a dimensão ambiental.

Estratégias de inovação tecnológica, fundamentadas em princípios de desenvolvimento sustentável e em tecnologias apropriadas, podem desempenhar um papel crucial na definição de tecnologias-chave para o efetivo acesso à justiça.

A desmaterialização da justiça tem trazido impactos positivos para o meio ambiente, haja vista a redução da utilização de papel, tintas, carimbos, grampos, cartuchos de impressão e materiais de escritório, utilizados em larga escala pelas unidades judiciárias até sua implantação. A tecnologia,

alinhada à sua perspectiva sustentável, evidencia aspectos que influenciam as novas práticas na rotina do Judiciário, com destaque para o aumento de produtividade por poder se dedicar mais às atividades do direito, o acesso à informação, o maior volume de informações, a segurança da informação, a celeridade, a transparência, a redução de custos.

O ODS n. 16 reflete a importância de se promover sociedades pacíficas e inclusivas para o desenvolvimento sustentável, viabilizando efetivo acesso à justiça para todos, tendo-se como consequência a edificação de instituições mais responsáveis, eficazes e inclusivas em todos os níveis. ODS n. 17 tem como escopo fortalecer os meios de implementação e revitalizar a parceria global para o desenvolvimento sustentável, com o remanejamento da atuação judiciária a partir de ações e ferramentas que desburocratizam o acesso à justiça por meio de dispositivos tecnológicos.

Os fundamentos da Justiça 4.0 atendem aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030 relativos à redução das desigualdades, à política de sustentabilidade para cidades e comunidades, ao acesso a espaços inclusivos e à promoção da construção de instituições eficazes, responsáveis e inclusivas em todos os níveis, além da promoção do desenvolvimento, transferência, disseminação e difusão de tecnologias de informação e comunicação.

É possível concluir que os impactos do Programa Justiça 4.0 aceleraram o processo de desenvolvimento de tecnologias, ao impor mudanças que já eram latentes na instituição judiciária. É dizer, sob esse panorama, que redimensionar a atuação do Poder Judiciário a partir de ações e ferramentas que desburocratiza o efetivo acesso à justiça por meio de dispositivos tecnológicos reflete a verdadeira tônica da Agenda Global 2030, que busca constantemente a sustentabilidade das instituições, notadamente no que concerne aos ODS's n. 16 e 17. Assim, compreender a sustentabilidade estratégica enquanto uma das importantes ferramentas de organização do Poder Judiciário implica, sobretudo, projetar a racionalização dos meios empregados na prestação jurisdicional, com ganho de performance: aí a tônica aqui debatida, a tecnologia e inovações usadas pelo Judiciário e sua conformidade com a sustentabilidade.

Estratégias de inovação tecnológica, fundamentadas em princípios de desenvolvimento sustentável e em tecnologias apropriadas, podem desempenhar um papel crucial na definição de tecnologias-chave para o efetivo acesso à justiça. Essas estratégias não apenas auxiliarão na resolução de problemas sociais judicializados, desde os mais básicos aos mais complexos, mas também poderiam ser integradas em políticas de compartilhamento de tecnologias com demais instituições públicas. Isso seria especialmente benéfico para instituições que dialogam diariamente com as atividades do Poder Judiciário, que, muitas vezes, dispõem de recursos limitados para criar e implementar tecnologias.

É possível concluir, ainda, que o Poder Judiciário de Santa Catarina vem adotando a inteligência artificial de forma institucional, orientando o uso do Microsoft Copilot como ferramenta oficial de apoio à gestão, com foco na automação de tarefas, no aprimoramento de documentos e na qualificação dos processos de trabalho, sempre em ambiente seguro e com proteção dos dados institucionais. A integração da ferramenta ao ecossistema Microsoft 365 amplia a eficiência administrativa, ao mesmo tempo em que impõe diretrizes claras quanto à segurança da informação, à utilização exclusiva por meio de contas institucionais e à necessidade de revisão crítica dos conteúdos gerados, além de ressaltar a importância da capacitação contínua dos gestores (PJSC, Dicas de Gestão).

Por outro lado, o uso da IA no setor público não está isento de riscos e desafios, especialmente no que se refere à opacidade dos algoritmos, à reprodução de vieses discriminatórios, à proteção dos direitos dos titulares de dados e à possibilidade de dependência excessiva das soluções automatizadas. Soma-se a isso um conjunto de obstáculos éticos, organizacionais e funcionais enfrentados pelos servidores, o que reforça a compreensão de que a inteligência artificial deve ser empregada como instrumento de apoio — e não de substituição — ao julgamento humano. Assim, a adoção responsável da IA exige equilíbrio entre inovação, controle, capacitação e preservação da centralidade do fator humano na atividade administrativa e jurisdicional.

Reconhece-se, de todo modo, que a pesquisa não permite conclusões definitivas sobre os impactos da implementação de novas tecnologias no acesso à

justiça, mas apresenta, porém, resultados que indicam que o caminho trilhado até esse momento está na direção da melhoria da celeridade e da eficiência da prestação jurisdicional, o que resulta em uma ampliação do acesso à justiça.

REFERÊNCIAS

BENJAMIN, Antônio Herman. Direito constitucional ambiental brasileiro. In: CANOTILHO, José Joaquim Gomes; LEITE, José Rubens Morato (Orgs.). **Direito constitucional ambiental brasileiro**. Rio de Janeiro: Saraiva, 2007, p. 57-130.

BOFF, Leonardo. **Sustentabilidade: o que é, o que não é**. Petrópolis, Rio de Janeiro: Vozes, 2012, p. 14.

BRADLEY, Kevin. **Defining digital sustainability**. Library Trends, Inglaterra, v. 56, n. 1, p. 148-163, 2007. Disponível em: <https://muse.jhu.edu/article/223247>. Acesso em: 28 jan. 2026.

BRASIL. Secretaria de Governo da Presidência da República. **Apresentação dos 17 Objetivos e 169 metas**. Brasília, 2017. Disponível em: <http://www4.planalto.gov.br/ods/publicacoes/apresentacao-ods-17-objetivos-e-169-metas/view> Acesso em: 13 jan. 2026.

BRASIL. Nações Unidas. **Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 16: Paz, Justiça e Instituições Eficazes**. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/ods16/>. Acesso em: 29 jan. 2026.

CALDAS, Roberto Correia da Silva Gomes; MATA DIZ, Jamile Bergamaschine; SILVA, Antonio Donizete Ferreira da. Governança e as novas tecnologias: a sustentabilidade na gestão administrativa do poder judiciário. **Revista Jurídica**, vol. 1, n. 54, Curitiba, 2019, p. 364-394. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmninnibpcajpcgclcfindmkaj/https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/40250/2/Governanca%20e%20as%20novas%20tecnologias%20...pdf>. Acesso em: 10 jan. 2026, p. 380.

CARDOZO, Rafael Scharlack; MURAROLLI, Priscila Ligabó. Tecnologia da informação verde: sustentabilidade tecnológica. O avanço da tecnologia em relação ao meio ambiente: tecnologia e sustentabilidade. **Perspectivas em Ciências Tecnológicas**, v. 4, n. 4, maio/2015, p. 148-165. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmninnibpcajpcgclcfindmkaj/https://fatece.edu.br/arquivos/arquivos-revistas/perspectiva/volume4/9.pdf>. Acesso em 08 jan. 2026.

COSTA, Luani Messias da; ARAÚJO, Alessandra dos Santos. Pontos de conexões entre Sustentabilidade Digital e a Ciência da Informação, **Comun. & Inf.**, Goiânia, v. 27, p. 114-130, 2024. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/ci/article/view/79813/41738> Acesso em: 15 out. 2026.

CRUZ, Paulo Márcio; BODNAR, Zenildo. **Globalização, transnacionalidade e sustentabilidade**. Itajaí: UNIVALI, 2012.

CRUZ, Paulo Márcio; FERRER, Gabriel Real. Direito, Sustentabilidade e a Premissa Tecnológica como Ampliação de seus Fundamentos. **Sequência**, Florianópolis, n. 71, p. 239-278, dez. 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/seq/a/wnzy-99ztqqFfrpTJWgSHDMH/>. Acesso em 08 jan. 2026.

FARRANHA, Ana Cláudia; SANTOS, Leonardo Tadeu dos. ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA, DIREITO E REDES SOCIAIS: o caso da CGU no facebook. **Revista Eletrônica do Curso de Direito da UFSM**, [S.L.], v. 10, n. 2, p. 1-26, 17 dez. 2015. Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/revistadireito/article/view/19768>. Acesso em 14 fev. 2026.

FRANCO, Silvio José. **Sociedade de Risco e Judiciário**: a atuação do juiz como um locus para a efetivação de um estado de direito sustentável. Tese submetida ao Curso de Doutorado em Ciência Jurídica da Universidade do Vale do Itajaí como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Ciência Jurídica, Florianópolis, 2021.

FREITAS, Juarez. **Sustentabilidade**: direito ao futuro. 2. ed. Belo Horizonte: Fórum, 2012, p. 41.

GOMES, Magno Federici; MARQUES, Lorena Dolabela. A força normativa dos objetivos de desenvolvimento sustentável 9 e 12 na responsabilidade socioambiental das empresas. **Cadernos de Dereito Actual**, n. 14, 2020, p. 223-237. Disponível em: <https://www.cadernosdedereitoactual.es/ojs/index.php/cadernos/article/view/550/305>. Acesso em: 13 jan. 2026.

HINO, Marcia Cassitas; CUNHA, Maria Alexandra. Adoção de tecnologias na perspectiva de profissionais de direito. **Revista Direito GV**, São Paulo, v. 16, n. 1, e. 1952, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rdgv/a/5Wjt4wRZ9PJf8n-Zv8qV5fD/?format=pdf>. Acesso em: 15 jan. 2026, p. 24.

LUNARDI, Guilherme Lerch; FRIO, Ricardo Saraiva; BRUM, Marília de Marco. Tecnologia da informação e sustentabilidade: levantamento das principais práticas verdes aplicadas à área de tecnologia. **Gerais, Rev. Interinst. Psicol.**, Juiz de

fora, v. 4, n. spe, p. 159-172, dez/2011. Disponível em: http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-82202011000300006&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 18 fev. 2026.

OLIVEIRA, Lucas Rebello de; MARTINS, Eduardo Ferraz; LIMA, Gilson Brito Alves. Evolução do conceito de sustentabilidade: um ensaio bibliométrico. **Relatórios de Pesquisa em Engenharia de Produção**, v. 10 n. 04, 2010. Disponível em: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.producao.uff.br/conteudo/rpep/volume102010/RelPesq_V10_2010_04.pdf. Acesso em: 14 jan. 2026.

PEREIRA, Reginaldo. **O desenvolvimento sustentável no âmbito do marco legal de ciência e tecnologia no Brasil**, RJurFA7, Fortaleza, v. 12, n. 2, p. 48-60, jul./dez. 2015. Acesso em 28 jan. 2026.

PIMENTA, Matusalém Gonçalves. Uma visão contemporânea da soft law. **Revista Jus Navigandi**, 2018.

PIRES, Laurenice de Jesus Alves; RIBEIRO, José Mendes; CRUZ, Marly Marques da. Um breve panorama sobre a Agenda 2030, as doenças crônicas não transmissíveis e os desafios de não deixar ninguém para trás. **Cad. Saúde Pública** 2024, n. 40, disponível em: <https://www.scielo.br/j/csp/a/4GyCWdg9Rhqghkf6SyXSZs-G/?lang=pt>. Acesso em: 13 jan. 2026.

ROMEIRO, Ademar Ribeiro. Desenvolvimento sustentável: uma perspectiva econômicoecológica, **Estudos Avançados**, n. 26, v. 74, 2012. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.scielo.br/j/ea/a/F9XDcdCSWRS9Xr7SpknNJPv/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 28 jan. 2026.

ROVER, Aires José. A democracia digital possível. **Revista Sequência**, Florianópolis, nº 52, jul. 2006. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/sequencia/article/view/15202/13827> Acesso em: 14 jan. 2026.

SACHS, Ignacy. **Desenvolvimento**: Incluyente, sustentável e sustentado. Rio de Janeiro: Gramond, 2008.

SANTOS, Luan Gaspar; SILVA, Deise Marcelino da; MARTINS, Priscila Machado. Agenda 2030: uma análise da natureza jurídica dos objetivos do desenvolvimento sustentável (ODS) e dos pressupostos para sua efetivação. In: OLIVEIRA JÚNIOR, José Alcebíades; ARAÚJO, Luiz Ernani Bonesso de; TYBUSCH, Jerônimo Siqueira. **Direito e sustentabilidade**, CONPEDI, 2022.

MONTEZANO, Lana; OLIVEIRA, Hudson Onofre de; ALENCAR, Walisson Barbosa de; SILVA, Tiago Gomes da; PEREIRA, Adriana Aparecida Coelho. Percepção de servidores públicos quanto ao uso da inteligência artificial no setor público, **Semead 2024 - XXVII Seminário em Administração**, nov./2024. Disponível em: <https://login.semead.com.br/27semead/anais/arquivos/911.pdf?>. Acesso em: 19 mar. 2026.

SANTA CATARINA. Notícias TJSC. **TJSC avança no apoio à atividade jurisdicional com uso de inteligência artificial (IA)**. Disponível em: <https://www.tjsc.jus.br/web/imprensa/-/tjsc-avanca-no-apoio-a-atividade-jurisdicional-com-uso-de-inteligencia-artificial-ia->. Acesso em: 19 mar. 2026.

SANTA CATARINA. Tribunal de Justiça de Santa Catarina. **Dicas de gestão: O uso da inteligência artificial pelos gestores**. Disponível em: https://www.tjsc.jus.br/web/servidor/dicas-de-gestao/-/asset_publisher/Vzr9I2D1M5Lh/content/o-uso-da-inteligencia-artificial-pelos-gestores. Acesso em: 19 mar. 2026.

SILVA, Tainã Dias da; DOMINGUES, Patrícia Martinez. Inteligência Artificial e Privacidade: Os desafios do Privacy by Design, **Avan. Repr. Conh.**, BH, v. 4, n. 2, a. IV, ago. 2024. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/advances-kr/article/view/52813/44775>. Acesso em: 19 mar. 2026.

SILVA, Karla Yacy Carlos da; MORAES, Camila Miranda de. Justiça digital: inovação e sustentabilidade. **Rev. Trib. Trab**, 2. Reg., São Paulo, v. 15, n. 29, p. 34-51, jan./jun. 2023. Disponível em: chrome-extension://efaidnbmninnbpcajpcglclefindmkaj/https://juslaboris.tst.jus.br/bitstream/handle/20.500.12178/218698/2023_silva_karla_justica_digital.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 10 jan. 2026, p. 45.

VEIGA, José da. O âmago da sustentabilidade. **Estudos avançados**, n. 28, 2014. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmninnbpcajpcglclefindmkaj/https://www.scielo.br/j/ea/a/KnKGvfh3nF8sTcWx9mSQBvk/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 25 fev. 2026.

WINTER, Gerd. Proporcionalidade “eco-lógica”: um princípio jurídico emergente para a natureza?, **Veredas do Direito**, Belo Horizonte, v. 10, n. 20, p.55-78, jul./dez. de 2013. Acesso em: 28 abr. 2025.

DEPOIS DE BELÉM: PROPRIEDADE INTELECTUAL, TECNOLOGIA E JUSTIÇA CLIMÁTICA NO PÓS-COP 30

Da exclusividade sobre a inovação à governança sustentável do conhecimento

Marcos Wachowicz¹

RESUMO

O capítulo analisa o significado da COP 30 de Belém para a relação entre propriedade intelectual, inovação tecnológica e justiça climática. Partindo dos principais problemas examinados na obra, quais sejam a materialidade ambiental da inteligência artificial, as assimetrias tecnológicas, a proteção dos conhecimentos tradicionais, a bioeconomia digital e a transferência de tecnologias verdes. Desta maneira investiga-se em que medida a emergência climática exige uma reinterpretação das funções atribuídas aos direitos de propriedade intelectual. A pesquisa adota abordagem qualitativa, jurídico-dogmática e analítico-documental. Sustenta-se que a crise climática não elimina a função incentivadora dos direitos exclusivos, mas exige sua articulação com objetivos de acesso, transferência tecnológica, construção de capacidades, sustentabilidade ambiental e repartição equitativa de benefícios. Como contribuição teórica, propõe-se o conceito de Propriedade Intelectual Climaticamente Responsável, entendido como categoria de integração destinada a orientar a proteção, o exercício e a circulação

1 Professor Titular da Faculdade de Direito da Universidade Federal do Paraná (UFPR) e docente do Programa de Pós-Graduação PPGD/UFPR. Doutor em Direito pela UFPR. Mestre em Direito pela Universidade Clássica de Lisboa, Portugal. Coordenador líder do Grupo de Estudos de Direito Autoral e Industrial GEDAI/UFPR, vinculado ao CNPq. Coordenador da Rede Ibero-Americana de Propriedade Intelectual (RIA-PI). Professor da Cátedra de Propriedade Intelectual no *Institute for Information, Telecommunication and Media Law* - ITM da Universidade de Münster - ALEMANHA (2018/19). Possui diversos artigos científicos publicados no Brasil e no exterior.

dos ativos intelectuais em contextos de relevância climática. Conclui-se, de maneira indelével que o legado de Belém para a propriedade intelectual reside menos na formulação de uma solução jurídica acabada e mais na necessidade de deslocar a governança da inovação da mera exclusividade para uma arquitetura que articule inovação, acesso, soberania tecnológica e justiça climática.

Palavras-chave: Propriedade intelectual; COP 30; mudanças climáticas; tecnologias verdes; transferência de tecnologia; justiça climática.

1 DEPOIS DE BELÉM: INOVAÇÃO PARA QUEM E PARA QUÊ?

A 30ª Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, denominada COP 30, chegou à Amazônia trazendo consigo uma das contradições fundamentais da transição climática contemporânea.

A princípio há que se ressaltar que nunca houve tanta capacidade científica e tecnológica disponível para monitorar o clima, desenvolver novas fontes de energia, otimizar processos produtivos, conservar a biodiversidade e projetar alternativas de descarbonização. Ao mesmo tempo, o domínio das tecnologias, das infraestruturas digitais, dos dados, do conhecimento técnico e dos ativos de propriedade intelectual necessários a essa transformação permanece distribuído de forma profundamente desigual entre países, empresas e sociedades.

A crise climática, nesse sentido, não constitui apenas um problema de insuficiência tecnológica, ao contrário, ela se apresenta também um problema de governança do conhecimento, de distribuição das capacidades de inovação e das condições de acesso às tecnologias. Realizada em Belém do Pará, em novembro de 2025, a COP 30 revestiu-se de significado particular ao inserir a principal negociação climática multilateral no território amazônico, espaço no qual mudanças climáticas, biodiversidade, conhecimentos tradicionais, desenvolvimento, desigualdade e soberania sobre recursos naturais se encontram de maneira especialmente intensa (COP30, 2026).

O deslocamento da negociação para a implementação possui relevância particular para o Direito da Propriedade Intelectual. Enquanto os compromissos climáticos permanecem predominantemente no plano das metas, a inovação pode ser tratada como variável abstrata do desenvolvimento sustentável. Quando a questão se desloca para a implementação, tornam-se inevitáveis outras perguntas: quem detém as tecnologias necessárias? Em quais condições podem ser utilizadas? Quem controla o conhecimento técnico indispensável à adaptação? Como serão financiadas? Existem capacidades produtivas nos países que necessitam implementá-las? De que maneira patentes, segredos empresariais, *software*, dados e *know-how* interferem nesse processo?

A relação entre propriedade intelectual e sustentabilidade apresenta natureza estruturalmente ambivalente. Vale dizer as Patentes, a proteção de *software*, os segredos empresariais e outros mecanismos de apropriação podem integrar estratégias de incentivo à pesquisa e desenvolvimento, atração de investimentos e organização de mercados tecnológicos.

Por outro lado, determinadas formas de concentração de direitos, capacidades industriais, infraestrutura computacional e conhecimento técnico podem dificultar a difusão tecnológica, sobretudo quando países de menor capacidade econômica e científica dependem de tecnologias desenvolvidas externamente.

A oposição simplificada entre mais proteção e menos proteção mostra-se, por isso, insuficiente. A questão central reside menos na existência abstrata da propriedade intelectual do que na forma pela qual os direitos exclusivos são desenhados, financiados, exercidos, licenciados e articulados com políticas de inovação, concorrência, transferência tecnológica e desenvolvimento.

A problematização que envolve a pesquisa realizada, e que está consolidada nesta obra coletiva, pode ser formulado nos seguintes termos: em que medida os resultados e as limitações evidenciados pela COP 30 permitem repensar as funções da propriedade intelectual diante da necessidade de acelerar a inovação, a transferência tecnológica e o acesso equitativo às tecnologias necessárias à mitigação e à adaptação às mudanças climáticas?

Parte-se da hipótese de que a emergência climática não elimina a função econômica tradicionalmente atribuída aos direitos de propriedade intelectual, mas exige sua recontextualização normativa.

Em uma economia global caracterizada pela concentração das capacidades tecnológicas, a legitimidade dos mecanismos de exclusividade deve ser considerada também em relação à sua capacidade de coexistir com objetivos de acesso, construção de capacidades locais, proteção da biodiversidade, repartição de benefícios e sustentabilidade ambiental.

Metodologicamente, adota-se abordagem qualitativa, de natureza jurídico-dogmática e analítico-documental, articulada à revisão bibliográfica interdisciplinar. São considerados documentos da UNFCCC, do Acordo de Paris, da Organização Mundial da Propriedade Intelectual, da Organização Mundial do Comércio e da Convenção sobre Diversidade Biológica, bem como estudos recentes sobre propriedade intelectual, tecnologia climática e governança de dados.

O argumento central é que a transição climática é também uma transição tecnológica e, conseqüentemente, uma disputa sobre conhecimento, infraestrutura, capacidade produtiva e poder econômico.

2 COP 30: ENTRE A AMBIÇÃO CLIMÁTICA E O DESAFIO DA IMPLEMENTAÇÃO

A COP 30 ocorreu em um momento de transformação da arquitetura internacional construída em torno do Acordo de Paris. Depois de uma década dedicada à consolidação de regras, mecanismos de transparência, ciclos de Contribuições Nacionalmente Determinadas e instrumentos do regime climático, a questão da implementação adquiriu centralidade crescente.

O Relatório Executivo da Presidência da COP 30 registra esse deslocamento e apresenta Belém como etapa orientada à concretização dos compromissos assumidos (COP30, 2026).

A mudança é relevante porque a fixação de objetivos climáticos pode ser realizada por decisões diplomáticas, enquanto sua implementa-

ção depende de uma rede de condições econômicas, científicas, industriais e institucionais. Reduzir emissões, ampliar energias renováveis, proteger ecossistemas, desenvolver sistemas agrícolas resilientes ou implementar tecnologias de monitoramento exige financiamento, infraestrutura, capital humano e acesso a tecnologias.

O Baku to Belém Roadmap to 1.3T procurou estruturar a discussão sobre a ampliação dos fluxos de financiamento climático para países em desenvolvimento até 2035. Para os fins desta pesquisa, importa observar que parcela relevante desses recursos será direta ou indiretamente destinada à aquisição, implantação ou desenvolvimento de tecnologias. Por isso, financiamento climático e política tecnológica não podem ser tratados como agendas independentes (UNFCCC, 2025).

Entre os resultados de maior interesse encontra-se o Belém *Technology Implementation Programme* (BTIP). O Programa deriva dos encaminhamentos do primeiro *Global Stocktake* e procura fortalecer o apoio coordenado às prioridades tecnológicas identificadas pelos países em desenvolvimento, incluindo sistemas nacionais de inovação, ambientes institucionais, capacitação, projetos financiáveis e mobilização de recursos. Sua lógica permite superar uma compreensão da transferência como simples circulação de equipamentos ou ativos jurídicos e aproximá-la da construção de capacidades (UNFCCC, 2026).

A discussão sobre transferência internacional de tecnologia foi, durante muito tempo, estruturada por uma lógica predominantemente vertical, na qual economias dotadas de maior capacidade científica e industrial apareciam como produtoras de inovação e países em desenvolvimento como receptores de soluções concebidas externamente.

Esse modelo foi importante para inserir a transferência na agenda do desenvolvimento, mas mostrou-se insuficiente para explicar as condições necessárias à incorporação duradoura de uma tecnologia em um sistema produtivo nacional.

A aquisição de equipamentos, licenças ou direitos de uso não assegura, por si só, capacidade tecnológica endógena. A apropriação efetiva depende de conhecimento técnico, *know-how*, recursos humanos, infraes-

estrutura científica e industrial, capacidade institucional, financiamento e possibilidade de adaptação às condições locais. Por essa razão, é útil distinguir três níveis: acesso tecnológico, absorção tecnológica e capacidade inovadora. Acesso não significa necessariamente absorção; absorção, por sua vez, não significa automaticamente capacidade de inovação.

Essa diferenciação altera a forma de avaliar a cooperação, e mais ainda, a sua efetividade não deve ser medida apenas pelo número de tecnologias transferidas, contratos celebrados ou equipamentos instalados, mas também pelo aprendizado produzido, pelas competências formadas e pela capacidade de inovação gerada no território receptor.

No pós-COP 30, portanto, o problema deixa de ser apenas fazer a tecnologia circular e passa a ser criar condições para que essa circulação produza autonomia relativa, adaptação e inovação local.

3 A DUPLA FACE DA PROPRIEDADE INTELECTUAL NA TRANSIÇÃO CLIMÁTICA

A crescente centralidade da tecnologia nas políticas de mitigação e adaptação coloca a propriedade intelectual em posição aparentemente contraditória. A transição para uma economia de baixo carbono exige investimentos em pesquisa, desenvolvimento e inovação, muitos realizados por agentes que procuram mecanismos jurídicos capazes de permitir a apropriação econômica dos resultados de suas atividades inventivas.

Ao mesmo tempo, a escala global dos impactos climáticos exige que tecnologias relevantes alcancem territórios e populações que frequentemente não dispõem das mesmas capacidades financeiras, industriais e científicas dos centros nos quais essas soluções foram desenvolvidas.

Com efeito, a tensão não pode ser descrita adequadamente como oposição entre proteção da propriedade intelectual e proteção ambiental. A questão consiste em identificar em quais condições a exclusividade temporária contribui para a produção e circulação da inovação e em quais circunstâncias integra estruturas econômicas que dificultam sua disseminação, adaptação ou utilização socialmente desejável.

A função econômica tradicionalmente atribuída às patentes parte do problema da apropriabilidade do conhecimento. Ao atribuir ao titular um direito temporário de exclusividade, o sistema procura criar condições para recuperação do investimento e incentivo à atividade inventiva.

No campo climático, essa função é relevante em tecnologias de energia, armazenamento, processos industriais, agricultura resiliente, monitoramento ambiental e materiais de menor impacto. Patentes também podem facilitar a identificação de ativos, contratos de licenciamento e alianças entre empresas e instituições científicas.

O próprio artigo 7 do Acordo TRIPS estabelece que a proteção e a aplicação dos direitos de propriedade intelectual devem contribuir para a promoção da inovação tecnológica, mas também para a transferência e disseminação de tecnologia, para o benefício recíproco de produtores e usuários do conhecimento e para o equilíbrio entre direitos e obrigações (WTO, 1994). A proteção não aparece, portanto, como finalidade autônoma do sistema.

Há que se reconhecer, aqui que a função de incentivo não significa presumir que quanto maior a exclusividade, maior será a inovação. A influência dos direitos de propriedade intelectual varia conforme setor, estrutura de mercado, estágio de desenvolvimento, políticas públicas e capacidade tecnológica. Estudo recente de Jee, Hötte, Ring e Burrell (2026), com revisão da literatura e estudos de caso em países em desenvolvimento, conclui que a importância dos direitos de PI é mais contextual do que parte da controvérsia tradicional sugere e que capacidades nacionais, instituições e nível de desenvolvimento frequentemente são fatores mais decisivos.

As transformações tecnológicas também demonstram que a resposta jurídica não precisa se situar entre a imutabilidade do sistema patentário e sua substituição integral. Ao examinar a relação entre patentes e inteligência artificial, Barcellos (2025) identifica desafios ligados à aplicação dos requisitos tradicionais de patenteabilidade, especialmente atividade inventiva e suficiência descritiva, e sustenta a necessidade de adaptar o sistema às novas realidades tecnológicas. A contribuição é relevante para o presente estudo porque evidencia que mudanças tecnológicas profundas podem

exigir recalibração interpretativa e institucional sem, por isso, afastar a função do sistema de patentes.

É axiomático, uma patente também não constitui, por si mesma, barreira à transferência. O problema emerge quando a exclusividade se combina com alta concentração de mercado, preços incompatíveis com a capacidade dos usuários, recusa de licenciamento, pacotes extensos de direitos complementares ou dependência de conhecimentos não revelados.

É necessário distinguir, assim, barreira patentária de barreira tecnológica. A primeira decorre diretamente da exclusividade jurídica; a segunda pode persistir mesmo na ausência de patente, por falta de infraestrutura, conhecimento técnico, componentes, dados, financiamento ou profissionais qualificados.

Além da concentração de direitos, a própria fragmentação da titularidade pode gerar dificuldades de circulação tecnológica. Verde, Ribeiro e Miranda (2025), ao examinarem acordos de parceria sob a perspectiva econômica dos anticomuns, concluem que determinadas estruturas de titularidade e repartição de resultados podem produzir incertezas e elevar os custos de negociação. Embora o estudo se concentre no marco paranaense de ciência, tecnologia e inovação, sua contribuição teórica evidencia um problema mais amplo: em tecnologias complexas, a multiplicidade de direitos complementares pode criar obstáculos de coordenação distintos daqueles produzidos por uma única exclusividade.

O TRIPS contém flexibilidades relevantes, como se desume da leitura dos artigos 30 e 31 que permitem, em determinadas condições, exceções limitadas e utilizações sem autorização do titular. O licenciamento compulsório não é juridicamente restrito ao setor farmacêutico, mas também existe um regime especial de licença compulsória para tecnologias climáticas. Sua eventual utilização deve observar o marco geral do Acordo, a legislação nacional e as circunstâncias concretas. Isso recomenda cautela contra a simples transposição, para o clima, de soluções elaboradas em outros campos.

A experiência do direito autoral oferece, em outro campo da propriedade intelectual, exemplo de calibragem interna entre exclusividade

e inovação. Pereira (2025), ao analisar as exceções europeias de prospecção de textos e dados aplicáveis ao machine learning, destaca a existência de uma exceção imperativa para investigação científica e de outra, em determinadas condições, para outros fins. Embora o problema jurídico seja distinto daquele das tecnologias climáticas patenteadas, o exemplo demonstra que limitações e exceções podem funcionar como instrumentos internos do próprio sistema para compatibilizar proteção e novas formas de produção tecnológica.

Entre a manutenção integral da exclusividade e a utilização sem autorização existe amplo espaço institucional: licenças voluntárias, não exclusivas, territorialmente diferenciadas, contratos acompanhados de *know-how*, licenciamento cruzado e estruturas coletivas. A *WIPO GREEN* ilustra a importância da conexão entre detentores de soluções e potenciais usuários, ao disponibilizar base de tecnologias, necessidades e projetos de aceleração. Entretanto, informação sobre a existência da tecnologia não equivale a acesso e acesso, por sua vez, não equivale à capacidade tecnológica (WIPO, 2025).

A conclusão intermediária é que a propriedade intelectual deve ser compreendida não apenas como sistema de concessão de direitos exclusivos, mas como infraestrutura jurídica de organização da inovação. Ela interfere na forma como conhecimento é apropriado, divulgado, negociado, licenciado e incorporado a relações de cooperação. O problema juridicamente mais produtivo não é decidir abstratamente se a PI é favorável ou contrária à sustentabilidade, mas identificar em quais condições contribui para inovação climaticamente útil, acessível e capaz de gerar aprendizagem, e em quais condições precisa ser complementada, regulada ou flexibilizada.

4 DA BIODIVERSIDADE AOS DATA CENTERS: A MATERIALIDADE DA INOVAÇÃO

A análise da propriedade intelectual na transição climática não pode permanecer restrita aos direitos que recaem sobre resultados inventivos. O conhecimento tecnológico não existe de forma desvinculada das condições

materiais que tornam possível sua produção e utilização. Essa constatação adquire especial importância em uma economia digitalizada, na qual metáforas como nuvem, inteligência artificial e dados frequentemente ocultam a base física da infraestrutura tecnológica.

A inteligência artificial depende de semicondutores, servidores, data centers, redes, sistemas de resfriamento, eletricidade, água e minerais estratégicos. A economia informacional não substituiu a economia material; criou novas formas de mobilização dos recursos físicos necessários à produção e circulação do conhecimento.

Por isso, a crise climática exige reflexão não apenas sobre quais tecnologias serão produzidas, mas sobre como serão produzidas, em quais territórios, com quais recursos e mediante quais estruturas de poder.

Os benefícios ambientais de uma aplicação não eliminam os impactos da infraestrutura que a sustenta. Soluções destinadas à eficiência energética podem elevar a dependência hídrica dos sistemas de resfriamento, deslocando externalidades de um recurso para outro. Essa constatação recomenda distinguir tecnologia verde por finalidade de tecnologia sustentável por desempenho. A primeira é desenvolvida para contribuir para mitigação, adaptação ou eficiência ambiental; a segunda exige avaliação mais ampla de cadeia produtiva, consumo de recursos, impactos territoriais, durabilidade, circularidade e efeitos sociais.

A mesma relação entre material e imaterial assume configuração distinta no campo da biodiversidade. O sequenciamento genético permite converter informações derivadas de recursos biológicos em dados digitais capazes de circular globalmente. A *Digital Sequence Information* (DSI) altera as condições tradicionais de rastreabilidade e controle do acesso aos recursos genéticos e coloca novos desafios à repartição de benefícios. A digitalização não elimina a relação de origem entre informação, ecossistema, território e, em determinados casos, conhecimentos tradicionais.

Nesse contexto, o Tratado da OMPI sobre Propriedade Intelectual, Recursos Genéticos e Conhecimentos Tradicionais Associados, adotado em 2024, introduz requisito internacional de divulgação, quando entrar em vigor, para pedidos de patente cuja invenção esteja baseada em recursos

genéticos ou conhecimentos tradicionais associados. Trata-se de avanço relevante de transparência, mas seu alcance deve ser corretamente delimitado: divulgação de origem não equivale automaticamente a consentimento, participação ou repartição justa de benefícios (WIPO, 2024).

A proteção dos conhecimentos tradicionais também não deve ser concebida apenas como defesa contra a concessão indevida de direitos a terceiros. Existe uma dimensão positiva de governança: quem pode decidir sobre coleta, documentação, digitalização, compartilhamento e utilização desses conhecimentos? Os Princípios CARE (*Collective Benefit, Authority to Control, Responsibility e Ethics*) oferecem referência relevante ao deslocar a governança de dados para benefício coletivo, autoridade das comunidades, responsabilidade e ética (CARROLL et al., 2020).

Essa dimensão positiva de proteção encontra apoio em Medeiros (2025), que, ao relacionar conhecimentos tradicionais, propriedade intelectual e sustentabilidade corporativa, identifica como desafios centrais a apropriação indevida e a ausência de repartição justa de benefícios. A autora propõe, entre outras diretrizes, respeito à autodeterminação das comunidades, fortalecimento da consulta prévia, instrumentos de propriedade intelectual adaptados e políticas de compliance voltadas à transparência e à equidade. A proteção, nessa perspectiva, não se limita a impedir apropriações indevidas, mas alcança as condições de participação das comunidades na utilização econômica e tecnológica de seus conhecimentos.

A inovação climática possui, assim, uma dupla materialidade. Há uma materialidade ecológica, pois toda tecnologia depende de energia, recursos e território; e há uma materialidade biocultural, porque dados genéticos e conhecimentos podem derivar de ecossistemas e sistemas sociais específicos.

Ambas tendem a desaparecer quando a inovação é representada exclusivamente como ativo intangível. Uma governança climaticamente responsável deve perguntar simultaneamente quais recursos sustentam a tecnologia, quais impactos produz, quais dados e conhecimentos utilizou, quem controla os ativos resultantes, quem pode adaptá-los e quem participa dos benefícios econômicos e científicos.

5 DA TRANSFERÊNCIA TECNOLÓGICA À GOVERNANÇA DO ACESSO

As análises anteriores demonstram que a transferência de tecnologia precisa ser compreendida como parte de uma governança mais ampla do acesso à inovação climática. O acesso não decorre de um único instrumento jurídico, mas da combinação de financiamento, licenciamento, conhecimento técnico, infraestrutura, formação de recursos humanos e possibilidade de adaptação.

Inexoravelmente o financiamento climático e acesso tecnológico são dimensões do mesmo problema, posto que, se recursos forem utilizados exclusivamente para aquisição de equipamentos e soluções externas, poderão gerar determinados resultados de mitigação ou adaptação sem produzir fortalecimento tecnológico local.

Porém se, ao contrário, o financiamento estiver associado a licenciamento, transferência de *know-how*, pesquisa cooperativa, desenvolvimento de fornecedores e formação de recursos humanos, o mesmo investimento poderá ampliar simultaneamente capacidade climática e capacidade tecnológica.

Essa perspectiva recomenda deslocar parte da atenção do objeto financiado para as capacidades produzidas pelo financiamento. Pode-se financiar uma tecnologia sem financiar aprendizado; uma instalação sem financiar capacidade de manutenção; um ativo sem criar condições para adaptação. A governança do acesso procura evitar essa fragmentação.

O licenciamento pode desempenhar, nesse contexto, função de política de difusão tecnológica, na exata medida em que as licenças não exclusivas podem ampliar o número de produtores; licenças acompanhadas de *know-how* podem produzir efeitos de aprendizagem superiores à simples autorização de exploração; modelos abertos podem ser adequados a determinados *softwares* e projetos de pesquisa. A escolha deve depender da tecnologia, do mercado, das capacidades do país receptor e dos objetivos climáticos perseguidos.

Uma possibilidade mais interventiva consiste na aquisição, por fundos públicos ou internacionais, de direitos sobre tecnologias estrategicamente

relevantes. O capítulo de Letícia Schröter Brognoli nesta obra propõe, por exemplo, utilizar receitas associadas ao CBAM e ao Fundo de Inovação Europeu para aquisição e licenciamento de patentes verdes em favor de países em desenvolvimento. Independentemente de sua adoção concreta, a proposta evidencia uma mudança de lógica: o poder público pode atuar não apenas como financiador da pesquisa ou comprador do produto final, mas também como intermediário da circulação dos direitos tecnológicos.

Mecanismos dessa natureza exigem critérios transparentes, avaliação independente e associação com assistência técnica e capacitação. A aquisição de uma patente não garante transferência de *know-how* nem capacidade produtiva. Por isso, não basta financiar o ativo; é necessário financiar as condições de sua apropriação tecnológica.

A construção de capacidades deve constituir medida da efetividade da transferência. Ao final de um projeto, importa perguntar se o país receptor formou profissionais, desenvolveu capacidade de manutenção, integrou universidades e centros de pesquisa, criou fornecedores locais, ampliou sua capacidade de negociar futuras licenças e gerou inovação própria. Se nada disso ocorreu, poderá ter havido circulação de equipamentos ou capital, mas não verdadeira construção de capacidade tecnológica.

A governança do acesso envolve, portanto, pelo menos cinco dimensões interdependentes: identificação da tecnologia necessária; financiamento da aquisição ou implantação; acesso jurídico aos ativos intelectuais; transferência de conhecimento e construção de capacidades; e possibilidade de adaptação e inovação posterior. A ausência de qualquer uma pode comprometer o processo. Essa arquitetura prepara o terreno para uma concepção de propriedade intelectual capaz de integrar proteção, sustentabilidade, acesso e justiça climática.

6 PROPRIEDADE INTELECTUAL CLIMATICAMENTE RESPONSÁVEL: FUNDAMENTOS E DIRETRIZES

As análises desenvolvidas evidenciam que a emergência climática introduz uma variável adicional na compreensão das funções da propriedade

intelectual. O sistema continua destinado a organizar direitos sobre bens intelectuais, estruturar incentivos à inovação e permitir a apropriação econômica dos resultados da atividade inventiva.

Entretanto, quando tecnologias são relevantes para redução de emissões, adaptação de populações vulneráveis, conservação da biodiversidade, gestão de recursos naturais ou prevenção de desastres, as condições de sua produção, acesso e disseminação adquirem dimensão coletiva.

É a partir dessa constatação que se propõe a categoria de Propriedade Intelectual Climaticamente Responsável (PICR).

Por PICR compreende-se, neste trabalho, uma abordagem funcional e sistêmica segundo a qual a criação, interpretação, exercício, financiamento e circulação dos direitos de propriedade intelectual relacionados a tecnologias ou conhecimentos de relevância climática devem considerar, além dos incentivos à inovação e dos interesses legítimos dos titulares, os impactos socioambientais da tecnologia, as condições de acesso, a construção de capacidades, a redução de assimetrias entre sistemas nacionais de inovação e a distribuição dos benefícios derivados do conhecimento.

A PICR não pretende substituir institutos tradicionais, criar nova modalidade de patente, alterar automaticamente requisitos de proteção ou abolir exclusividades para tecnologias relacionadas ao clima.

Portanto, trata-se de categoria de orientação destinada a integrar à análise elementos que, embora externos à dogmática clássica de determinados direitos, tornam-se relevantes quando esses direitos se inserem na governança climática. A questão deixa de ser exclusivamente como proteger adequadamente a inovação e passa a incluir como protegê-la de maneira compatível com sua difusão socialmente necessária, com os limites ambientais e com a construção de capacidades tecnológicas.

Essa orientação encontra paralelo na compreensão sistêmica dos bens informacionais. Ao examinar a natureza jurídica contemporânea do *software*, Wachowicz e Kretschmann (2026) sustentam que a tutela autoral, embora essencial para a proteção da expressão codificada, não esgota sua complexidade técnica, econômica e regulatória, razão pela qual o *software*

deve ser compreendido de forma integrada como bem informacional sistêmico.

A analogia é útil para a PICR, pois também as tecnologias de relevância climática não devem ser examinadas apenas pelo ativo intelectual isolado, mas em conexão com infraestrutura, contratos, dados, concorrência, impactos ambientais e condições de circulação e uso.

A proposta encontra fundamento na lógica de equilíbrio já presente no TRIPS e na convergência com o artigo 10 do Acordo de Paris, que reconhece a importância do desenvolvimento e da transferência de tecnologia para melhorar a resiliência e reduzir emissões. O BTIP aprofunda essa orientação ao aproximar cooperação tecnológica, sistemas nacionais de inovação, capacitação e financiamento (UNFCCC, 2015; 2026).

A primeira diretriz da PICR é a sustentabilidade integral da inovação. Uma tecnologia não deve ser considerada sustentável apenas porque sua finalidade é ambiental. Políticas de incentivo, financiamento e priorização tecnológica precisam considerar ciclo de vida, consumo de recursos, impactos territoriais e externalidades.

A propriedade intelectual não substitui a regulação ambiental, mas as políticas que cercam os direitos intelectuais podem incorporar critérios capazes de evitar que o rótulo verde funcione como presunção absoluta de sustentabilidade.

A segunda diretriz é o acesso equitativo às tecnologias climáticas. Equidade não significa gratuidade generalizada, mas reconhecimento de que capacidades econômicas e tecnológicas distintas podem justificar mecanismos diferenciados de licenciamento, financiamento, assistência técnica e cooperação.

O objetivo é impedir que a capacidade de pagamento se transforme no único critério de distribuição das soluções necessárias à adaptação ou mitigação.

A terceira diretriz é a proporcionalidade da exclusividade, pois a existência do direito não determina uma única forma de exercício, especialmente quando há financiamento público substancial ou evidente in-

teresse climático, podem ser avaliadas licenças não exclusivas, condições diferenciadas, compromissos de difusão ou outras formas de exercício compatíveis com o retorno do investimento e com a ampliação do acesso.

Assim a proporcionalidade opera, sobretudo, na governança do exercício e do financiamento dos direitos, não na eliminação automática da proteção.

A quarta diretriz consiste em cooperação e solidariedade tecnológica, o ponto central aqui é que a eficácia global da ação climática depende de capacidades tecnológicas menos assimétricas. Assim a cooperação pode envolver pesquisa conjunta, redes científicas, licenciamento, capacitação, desenvolvimento de fornecedores, compartilhamento de infraestrutura e mecanismos financeiros. Solidariedade tecnológica não é filantropia, mas reconhecimento de que os benefícios climáticos e os custos da inação ultrapassam fronteiras.

A quinta diretriz é a soberania tecnológica sustentável, é preciso intuir de plano que a soberania não significa autossuficiência, mas capacidade de selecionar, compreender, negociar, adaptar e desenvolver tecnologias sem dependência estrutural de um único fornecedor ou centro tecnológico. Essa diretriz converge com o fortalecimento de sistemas nacionais de inovação previsto no BTIP.

A sexta diretriz é a transparência tecnológica e socioambiental neste aspecto a proteção por patentes ou segredo empresarial pode possuir função legítima, mas não deve produzir opacidade absoluta sobre impactos ambientais relevantes. Informações necessárias à fiscalização de consumo energético, uso de água, emissões ou efeitos territoriais não devem ser automaticamente encobertas por alegações genéricas de confidencialidade quando necessárias à avaliação de políticas públicas e riscos ambientais.

A sétima diretriz é a repartição justa dos benefícios, neste sentido observar-se-á que em setores que utilizam a biodiversidade, os recursos genéticos e os conhecimentos tradicionais, a inovação precisa, certamente considerar que não apenas quem possui direitos sobre o resultado final, mas também quem contribuiu para torná-lo possível. A Convenção sobre Diversidade Biológica e o Protocolo de Nagoya incorporam essa lógica, en-

quanto o Tratado da OMPI de 2024 acrescenta exigência de transparência no sistema patentário.

Importante destacar que a transparência, contudo, não equivale a repartição, mas antes, esta exige mecanismos econômicos e institucionais próprios.

A oitava diretriz é o reconhecimento dos conhecimentos tradicionais e da pluralidade epistemológica. É insofismável que a crise climática não será enfrentada exclusivamente por formas de conhecimento produzidas em sistemas científicos e industriais convencionais. Neste ponto os conhecimentos tradicionais constituem sistemas complexos de observação e manejo da natureza, incorporá-los à governança climática exige evitar uma abordagem extrativa e reconhecer seus detentores como sujeitos capazes de decidir sobre coleta, digitalização, utilização e circulação de seus conhecimentos.

No plano das tecnologias digitais, Macedo e Wachowicz (2025), ao examinarem a relação entre inteligência artificial, diversidade e patrimônio cultural brasileiro, destacam que, apesar dos desafios associados à incorporação da IA no setor cultural, esses sistemas podem auxiliar na proteção e promoção do patrimônio cultural dos diferentes grupos formadores da sociedade brasileira. Essa conclusão reforça, para os fins da PICR, a necessidade de compreender a governança tecnológica também a partir da diversidade dos contextos culturais e informacionais nos quais os sistemas são desenvolvidos e empregados.

As oito diretrizes permitem compreender a PICR como categoria de integração normativa. Ela aproxima propriedade intelectual, política de inovação, regulação ambiental, financiamento climático, biodiversidade, direitos de povos indígenas, política industrial e cooperação internacional. Sua contribuição não é oferecer uma regra única, mas criar uma matriz de avaliação capaz de colocar inovação, acesso, sustentabilidade e justiça tecnológica dentro do mesmo processo decisório.

Vista sob essa perspectiva, uma das contribuições mais importantes da COP 30 está na mudança da pergunta. A fase da implementação torna insuficiente afirmar que a transição ecológica dependerá de inovação; é ne-

cessário perguntar como essa inovação será governada. A transição climática exige que a inovação deixe de ser compreendida exclusivamente como ativo apropriável e passe a ser tratada também como capacidade coletiva a ser construída.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS — DEPOIS DE BELÉM: QUE PROPRIEDADE INTELECTUAL PARA UMA SOCIEDADE CLIMATICAMENTE SUSTENTÁVEL?

A análise desenvolvida permite responder ao problema de pesquisa de forma afirmativa, mas qualificada.

Se por uma lado Belém não produziu um novo regime internacional de propriedade intelectual para tecnologias climáticas nem resolveu a tensão entre exclusividade, inovação e acesso, com certeza a sua relevância está em tornar mais visível que a implementação dos compromissos climáticos depende de condições jurídicas, econômicas e tecnológicas capazes de transformar conhecimento científico em capacidade efetiva de mitigação, adaptação e resiliência.

A hipótese formulada na introdução é confirmada, se confirma diante da emergência climática que não se elimina a função de incentivo atribuída aos direitos de propriedade intelectual, mas exige que essa função seja analisada em conjunto com acesso, construção de capacidades, sustentabilidade material, biodiversidade e distribuição dos benefícios.

A propriedade intelectual é uma das variáveis da governança tecnológica, mas não a única, posto que a ausência de financiamento, infraestrutura, conhecimento técnico ou capacidade industrial pode bloquear a adoção de uma tecnologia mesmo sem patente, do mesmo modo, condições de licenciamento, concentração de direitos, segredos empresariais e controle de *software*, dados e *know-how* podem influenciar significativamente a difusão.

Pode-se apontar, com a pesquisa desenvolvida, quatro pontos convergentes para futuras análises e estudos sobre a Propriedade Intelectual. O primeiro é de que, a inovação não equivale automaticamente a acesso. O segundo, é que o acesso não equivale a transferência de capacidade tec-

nológica. O terceiro, quando se constata que a tecnologia não é imaterial, posto que, mesmo sistemas digitais dependem de cadeias físicas de energia, água, minerais e território. Por fim, o quarto ponto reside na constatação de que a inovação possui também materialidade biocultural, porque dados, recursos genéticos e conhecimentos podem derivar de ecossistemas e comunidades específicas.

Essas constatações sustentam a proposta de Propriedade Intelectual Climaticamente Responsável, aqui denominada por PICR, não constitui um novo direito, mas uma categoria teórico-normativa destinada a integrar proteção, exercício e circulação dos ativos intelectuais a objetivos de sustentabilidade, acesso, capacitação e justiça climática. Seu propósito é evitar tanto a responsabilização monocausal da propriedade intelectual pelas dificuldades da transição quanto a falsa ideia de que os direitos exclusivos são neutros em relação à distribuição das capacidades tecnológicas.

O legado de Belém para a propriedade intelectual talvez não deva ser procurado exclusivamente em referências formais aos direitos intelectuais presentes ou ausentes nas decisões climáticas, mas seu significado pode ser mais profundo, vale dizer: Belém evidencia que a política climática é também uma política de conhecimento.

Portanto, decidir como ocorrerá a transição significa decidir quem desenvolverá tecnologias, quem controlará os ativos intangíveis correspondentes, quem financiará sua produção, quem poderá utilizá-las e quais sociedades desenvolverão capacidades próprias para participar das próximas etapas da inovação.

A justiça climática, nesse quadro, não se limita à distribuição dos custos decorrentes das mudanças climáticas, ao contrário ela alcança também a distribuição das oportunidades criadas pela transformação tecnológica necessária ao seu enfrentamento. Uma transição na qual determinados países concentrem propriedade intelectual, capacidade computacional, conhecimento científico e infraestrutura produtiva enquanto outros permaneçam como fornecedores de matérias-primas, dados, biodiversidade e mercados consumidores poderá reduzir determinadas emissões sem necessariamente reduzir desigualdades.

Ao final, a pergunta tradicional da propriedade intelectual — “Quanto de proteção é necessário para gerar inovação?” — Sem dúvida ainda permanece relevante, mas torna-se insuficiente.

A emergência climática obriga a formular uma segunda pergunta, muito mais emergente e atual, sobre que formas de proteção, de financiamento, de circulação e de compartilhamento do conhecimento permitem transformar inovação em capacidade coletiva de enfrentar a crise climática?

A COP 30 não encerrou essa discussão, Belém pode ser compreendida como um ponto de partida. Isto resta evidente quando se compreende que se a primeira etapa da governança climática procurou construir compromissos e metas, a etapa da implementação terá de enfrentar as estruturas econômicas e jurídicas que determinam quem possui condições efetivas de cumpri-los. A questão que permanece não é se haverá propriedade intelectual na transição climática, mas qual propriedade intelectual será capaz de contribuir para essa transição. Uma propriedade intelectual climaticamente responsável deverá continuar estimulando criatividade, pesquisa e desenvolvimento, mas precisará dialogar com acesso, sustentabilidade, capacidade tecnológica, biodiversidade, pluralidade de conhecimentos e justiça distributiva.

REFERÊNCIAS

BARCELLOS, Milton Lucídio Leão. Patentes e Inteligência Artificial: Desafios Transponíveis. **Revista Rede de Direito Digital, Intelectual & Sociedade**, [S. l.], v. 4, n. 8, p. 91-109, 2025. DOI: 10.5380/rrddis.v4i8.99424. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/rrddis/article/view/99424>. Acesso em: 27 set. 2026.

BROGNOLI, Letícia Schröter. A transferência de tecnologias verdes no pós-COP 30: a aquisição de patentes via receitas do CBAM para a operacionalização do Belém Technology Implementation Programme. In: SASS, Liz Beatriz; WACHOWICZ, Marcos (orgs.). **COP 30: propriedade intelectual e sustentabilidade perante as mudanças climáticas**. 2026. No prelo.

CARROLL, Stephanie Russo et al. The CARE Principles for Indigenous Data Governance. **Data Science Journal**, v. 19, art. 43, p. 1-12, 2020. DOI: 10.5334/dsj-2020-043.

CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY — CBD. Nagoya Protocol on Access to Genetic Resources and the Fair and Equitable Sharing of Benefits Arising from their Utilization. Montreal: Secretariat of the Convention on Biological Diversity, 2011.

COP30. **Relatório Executivo da COP30**. Brasília/Belém: Presidência da COP30, 2026. Disponível em: https://cop30.br/pt-br/cop30_executive_report. Acesso em: 12 set. 2026.

GUERRANTE, Rafaela Di Sabato; LIMA, Araken Alves de. Conectando inteligência artificial, propriedade intelectual e Objetivos do Desenvolvimento Sustentável. *In*: SASS, Liz Beatriz; WACHOWICZ, Marcos (orgs.). **COP 30: propriedade intelectual e sustentabilidade perante as mudanças climáticas**. 2026. No prelo.

JEE, Su Jung; HÖTTE, Kerstin; RING, Caoimhe; BURRELL, Robert. Making intellectual property rights work for climate technology transfer and innovation in developing countries. **Science and Public Policy**, 2026. DOI: 10.1093/scipol/scag037.

MACEDO, Maria Helena Japiassu Marinho de; WACHOWICZ, Marcos. Inteligência Artificial e Diversidade: Vieses Algorítmicos, Soberania de Dados e Perspectivas para a Promoção e Proteção do Patrimônio Cultural Brasileiro. **Revista Rede de Direito Digital, Intelectual & Sociedade**, [S. l.], v. 3, n. 6, p. 165-186, 2025. DOI: 10.5380/rrddis.v3i6.99530. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/rrddis/article/view/99530>. Acesso em: 12 set. 2026.

MEDEIROS, Heloísa Gomes. Conhecimentos tradicionais e justiça climática: entre a expropriação sistêmica e a ruptura normativa do Círculo dos Povos na COP 30. *In*: SASS, Liz Beatriz; WACHOWICZ, Marcos (orgs.). **COP 30: propriedade intelectual e sustentabilidade perante as mudanças climáticas**. 2026. No prelo.

MEDEIROS, Heloísa Gomes. Conhecimentos Tradicionais e Sustentabilidade Corporativa: Proteção e Valorização no Contexto ESG. **Revista Rede de Direito Digital, Intelectual & Sociedade**, [S. l.], v. 4, n. 8, p. 151-181, 2025. DOI: 10.5380/rrddis.v4i8.99428. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/rrddis/article/view/99428>. Acesso em: 14 set. 2026.

PEREIRA, Alexandre Libório Dias. Direitos Autorais Machine Learning: A Liberdade de Prospeção de Textos e Dados. **Revista Rede de Direito Digital, Intelectual & Sociedade**, [S. l.], v. 3, n. 6, p. 19-38, 2025. DOI: 10.5380/rrddis.v3i6.99297. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/rrddis/article/view/99297>. Acesso em: 12 set. 2026.

SANTIAGO, Pauline Dulcinéia Mesquita; SASS, Liz Beatriz. Governança de dados e compliance na bioeconomia digital: o papel da inteligência artificial na salvaguarda da biodiversidade e dos conhecimentos tradicionais para a COP 30. *In*: SASS, Liz Beatriz; WACHOWICZ, Marcos (orgs.). **COP 30: propriedade intelectual e sustentabilidade perante as mudanças climáticas**. 2026. No prelo.

SASS, Liz Beatriz; MÜLLER, Laura. Da nuvem ao território: a COP 30 e a materialidade climática da inteligência artificial. *In*: SASS, Liz Beatriz; WACHOWICZ, Marcos (orgs.). **COP 30: propriedade intelectual e sustentabilidade perante as mudanças climáticas**. 2026. No prelo.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE — UNFCCC. A new era for climate technology to support developing countries: The Belém **Technology Implementation Programme**. Bonn, 18 fev. 2026. Disponível em: <https://unfccc.int/news/a-new-era-for-climate-technology-to-support-developing-countries-the-belem-technology-implementation>. Acesso em: 27 set. 2026.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE — UNFCCC. **Baku to Belém Roadmap to 1.3T**: Report by the Presidencies of the sixth and seventh sessions of the Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to the Paris Agreement. FCCC/PA/CMA/2025/11. Bonn: UNFCCC, 2025.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE — UNFCCC. **Paris Agreement**. Paris, 2015.

VERDE, Lucas Henrique Lima; RIBEIRO, Marcia Carla Pereira; MIRANDA, João Irineu de Resende. A Apropriação de Resultados da Propriedade Intelectual em Acordos de Parceria no Novo Marco Paranaense da Inovação: Uma Análise Econômica do Direito a Partir dos Anticomuns. **Revista Rede de Direito Digital, Intelectual & Sociedade**, [S. l.], v. 5, n. 9, p. 109-138, 2025. DOI: 10.5380/rrddis.v5i9.99830. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/rrddis/article/view/99830>. Acesso em: 11 set. 2026.

WACHOWICZ, Marcos; KRETSCHMANN, Ângela. A construção de um conceito sistêmico de *software* na Sociedade Informacional. **Revista Rede de Direito Digital, Intelectual & Sociedade**, [S. l.], v. 6, n. 11, p. 19-116, 2026. DOI: 10.5380/rrddis.v6i11.104967. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/rrddis/article/view/104967>. Acesso em: 17 set. 2026.

WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION — WIPO. **Climate Change and Intellectual Property: WIPO GREEN**. Geneva: WIPO, 2026. Disponível em: <https://www.wipo.int/en/web/climate-change/>. Acesso em: 17 set. 2026.

WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION — WIPO. **Green Technology Book: Solutions for confronting climate disasters**. Geneva: WIPO, 2025.

WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION — WIPO. **WIPO Treaty on Intellectual Property, Genetic Resources and Associated Traditional Knowledge**. Geneva: WIPO, 2024.

WORLD TRADE ORGANIZATION — WTO. **Agreement on Trade-Related Aspects of Intellectual Property Rights — TRIPS**. Marrakesh, 1994.



ioda

INSTITUTO OBSERVATÓRIO
DO DIREITO AUTORA

ISBN 978-65-85149-34-1



9 786585 149341