

EMERGÊNCIA CLIMÁTICA 2

Direito, Território e Ação Setorial

**Flávio de Miranda Ribeiro
Fernando Rei
(organizadores)**





UNIVERSIDADE
**CATÓLICA
DE SANTOS**

Chanceler	Dom Joaquim Giovani Mol Guimarães
Reitor	Prof. Dr. Cléber Ferrão Corrêa
Pró-Reitora Administrativa	Profª. Dra. Mariângela Mendes Lomba Pinho
Pró-Reitora de Graduação	Profª. Me. Rita de Cássia Zaher Rosa Paul
Pró-Reitor de Pastoral	Prof. Me. Pe. Cláudio Scherer da Silva



*Editora Universitária
Leopoldianum*
Universidade Católica de Santos

Conselho Editorial Executivo (2026)

Profª. Dra. Mariângela Mendes Lomba Pinho (Presidente)
Prof. Dr. Fernando Rei
Prof. Dr. Gilberto Passos de Freitas
Prof. Dr. Luiz Carlos Moreira
Profª. Dra. Maria Amélia do Rosário Santoro Franco
Prof. Dr. Paulo Ângelo Lorandi

Conselho Editorial Nacional (2026)

Dra. Ana Maria Saul, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUC-SP
Dr. André Panno Beirão, Escola de Guerra Naval, Centro de Estudos Político Estratégicos - RJ
Dra. Bernadete de Souza Porto, Universidade Federal do Ceará – CE
Dra. Carina Berta Moljo, Universidade Federal de Juiz de Fora - MG
Dra. Ivanilde Apoluceno de Oliveira, Universidade do Estado do Pará - PA
Dr. Luiz de Pinedo Quinto Júnior, Instituto Federal Fluminense - RJ
Dr. Osvaldo Luiz Gonçalves Quelhas, Universidade Federal Fluminense - RJ
Dra. Sueli de Lima Moreira, Universidade Estadual do Rio de Janeiro – RJ

Conselho Editorial Internacional (2026)

Dra. Angelina Valenzuela Rondon, Universidad de Monterrey - México.
Dr. Daniel Schugurensky, Arizona State University - USA
Dr. Licínio Carlos Viana Silva Lima, Universidade do Minho, Braga - Portugal
Dra. Maria Pilar Dopazo Fraguio, Universidad Complutense de Madrid, Espanha
Dr. Paolo Vittoria, Università Federico II di Napoli - Itália

Flávio de Miranda Ribeiro e Fernando Rei
(organizadores)

EMERGÊNCIA CLIMÁTICA: Direito, Território e Ação Setorial



Santos
2026

[Dados Internacionais de Catalogação]
Departamento de Bibliotecas da Universidade Católica de Santos
Viviane Santos da Silva - CRB 8/6746

Emergência climática [e-book] : direito, território e ação
setorial / Flávio de Miranda Ribeiro, Fernando Rei
(Organizadores). -- Santos (SP): Editora Universitária
Leopoldianum, 2026.

167 p.: il. (algumas color.)

ISBN 978-65-87719-73-3

1. Meio ambiente. 2. Política ambiental. 3. Direito. 4.
Ação setorial. 5. Território. 6. Livros eletrônicos. I. Rei,
Fernando Cardozo Fernandes. II. Ribeiro, Flávio de Miranda.
III. Título.

CDU: e-book

Revisão
Organizadoras

Planejamento Gráfico / Diagramação / Capa
Elcio Prado

Sobre o ebook
Formato: 160 x 230 mm • Mancha: 130 x 190 mm
Tipologia: Minion Pro (textos/títulos)

Este ebook foi produzido em março de 2026.



Editora Universitária Leopoldianum
Av. Conselheiro Nébias, 300 - Vila Mathias - CEP: 11015-002 - Santos / SP
www.unisantos.br/edul

Atendimento
leopoldianum@unisantos.br

Colabore com a produção científica e cultural.
Proibida a reprodução total ou parcial desta obra sem a autorização do editor.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	07
--------------------------	-----------

FAST FASHION, MUDANÇAS CLIMÁTICAS E RESÍDUOS TÊXTEIS NA AMÉRICA LATINA: A EXPERIÊNCIA CHILENA NA IMPLEMENTAÇÃO DA RESPONSABILIDADE ESTENDIDA DO PRODUTOR.....	11
--	-----------

Julia Barbosa Pereira e Flávio de Miranda Ribeiro

NOVAS PERSPECTIVAS PARA O DIREITO URBANÍSTICO FRENTE À URGÊNCIA CLIMÁTICA: A REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA AMBIENTAL COMO INSTRUMENTO DE PROMOÇÃO DE CIDADES SUSTENTÁVEIS E RESILIENTES.....	29
---	-----------

Bárbara Luiza Diniz de Souza Dornela e Rafael Costa Freiria

OS ROYALTIES DA MINERAÇÃO E OS MUNICÍPIOS DO OESTE DO PARÁ: INDEPENDÊNCIA ECONÔMICA E EMERGÊNCIAS.....	47
---	-----------

Laura de Nazaré Rocha Andrade

DIREITO ECONÔMICO INTERNACIONAL DO MEIO AMBIENTE NA PECUÁRIA: NOVAS RACIONALIDADES, SOFT LAW, GOVERNANÇA POR NORMAS VOLUNTÁRIAS, RASTREABILIDADE E REGULACOES COMEFEITOS TRANSNACIONAIS.....	65
---	-----------

Danielle Mendes Thame Denny

A INDÚSTRIA QUÍMICA BRASILEIRA DIANTE DAS URGÊNCIAS CLIMÁTICAS: CAMINHOS E OPORTUNIDADES PARA A DESCARBONIZAÇÃO.....	87
---	-----------

Camila Hubner Barcellos Devincentis e Flávio de Miranda Ribeiro

O DISCURSO ENERGÉTICO DE ELEMENTOS TERRAS RARAS NO REGIME INTERNACIONAL DA MUDANÇA CLIMÁTICA.....	105
--	------------

Beatriz Garbim Veronese

POLÍTICAS DE ADAPTAÇÃO CLIMÁTICA E A GESTÃO DE MACRO E MICRODRENAGEM NO PLANO DIRETOR DE PERUÍBE/SP.....	121
---	------------

Raphael Alexandre Correia de Oliveira

**A TIPIFICAÇÃO DO ECOCÍDIO NO ORDENAMENTO JURÍDICO
BRASILEIRO: PERSPECTIVAS PARA O ENFRENTAMENTO DA
URGÊNCIA CLIMÁTICA.....139**

Rita de Cássia Peixoto Moreno

**REVISÃO DA LITERATURA SOBRE AS POLÍTICAS PÚBLICAS PARA
URGÊNCIA CLIMÁTICA DE PRAIA GRANDE-SP.....155**

Karen Kristensen Medaglia Motta

APRESENTAÇÃO

EMERGÊNCIA CLIMÁTICA: DIREITO, TERRITÓRIO E AÇÃO SETORIAL

A emergência climática constitui, simultaneamente, um dos maiores desafios do nosso tempo e um poderoso fator de transformação das estruturas jurídicas, das políticas públicas, das atividades econômicas e das formas de organização dos territórios. Seus efeitos já não pertencem exclusivamente ao horizonte das projeções científicas ou das negociações internacionais: manifestam-se concretamente nas cidades, nas zonas costeiras, nos sistemas produtivos, nas cadeias globais de valor e na vida cotidiana das populações.

É nesse contexto que se insere o volume II da coletânea organizada pelo Grupo de Pesquisa Energia e Meio Ambiente do Programa de Pós-Graduação em Direito-PPGD da Universidade Católica de Santos sobre **Emergência Climática**, que neste tomo se organiza em torno ao subtítulo: **Direito, Território e Ação Setorial**, reunindo pesquisas desenvolvidas por pesquisadores e pesquisadoras vinculados ao Grupo de Pesquisa em diferentes momentos e trajetórias, sejam do próprio PPGD ou de Instituições parceiras, o que demonstra a amplitude do universo acadêmico e científico deste Grupo de Pesquisa. Os trabalhos aqui reunidos expressam a diversidade disciplinar e temática que a emergência climática exige, ao mesmo tempo em que compartilham uma preocupação comum: **compreender como o Direito, as instituições, os territórios e os diferentes setores econômicos podem responder aos desafios impostos por uma crise de natureza sistêmica.**

Esta obra parte da premissa de que a emergência climática não pode ser enfrentada por meio de soluções isoladas. Ela atravessa fronteiras disciplinares, administrativas e territoriais, exigindo novas formas de articulação entre regulação, planejamento, inovação tecnológica, governança e ação pública e privada, premissa que guarda absoluta sintonia com a área de concentração do Programa em DIREITO AMBIENTAL INTERNACIONAL e a linha de pesquisa REGIMES AMBIENTAIS: FORMAÇÃO, EFETIVIDADE E DINÂMICA INSTITUCIONAL. Por essa razão, os capítulos transitam entre escalas globais, nacionais e locais, conectando debates sobre regimes jurídicos internacionais, especialmente o de mudança climática, e regulações transnacionais a experiências concretas de municípios, cidades, setores produtivos e ecossistemas.

A dimensão territorial ocupa posição central na obra. As cidades e os municípios aparecem como espaços nos quais os impactos climáticos se tornam particularmente visíveis e nos quais as políticas de adaptação precisam ser efetivamente imple-

mentadas. Questões como regularização fundiária ambiental trazidas pelo trabalho da Doutoranda em Tecnologia, área Ambiente, pelo Programa de Pós-Graduação em Tecnologia da Universidade Estadual de Campinas (PPGT/FT/Unicamp), **Bárbara Luiza Diniz de Souza** e seu orientador Professor **Rafael Costa Freiria** (NOVAS PERSPECTIVAS PARA O DIREITO URBANÍSTICO FRENTE À URGÊNCIA CLIMÁTICA: A REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA AMBIENTAL COMO INSTRUMENTO DE PROMOÇÃO DE CIDADES SUSTENTÁVEIS E RESILIENTES), planejamento urbano, drenagem presentes na contribuição do recém mestre **Raphael Alexandre Correia de Oliveira** (POLÍTICAS DE ADAPTAÇÃO CLIMÁTICA E A GESTÃO DE MACRO E MICRODRENAGEM NO PLANO DIRETOR DE PERUÍBE/SP), gestão de riscos e políticas públicas locais abordados por **Karen Kristensen Medaglia** (REVISÃO DA LITERATURA SOBRE AS POLÍTICAS PÚBLICAS PARA URGÊNCIA CLIMÁTICA DE PRAIA GRANDE-SP), mestre em análise e planejamento energético pelo Instituto de Energia e Ambiente (IEE) da Universidade de São Paulo (USP), revelam que a capacidade de resposta à mudança climática depende, em grande medida, da qualidade das instituições e dos instrumentos de governança territorial.

Ao mesmo tempo, a obra evidencia que a transição climática não ocorrerá sem profundas transformações nos sistemas produtivos e nas cadeias econômicas. A indústria da moda, tratada pela **Doutoranda Julia Barbosa Pereira** e seu orientador Professor **Flavio de Miranda Ribeiro** (FAST FASHION, MUDANÇAS CLIMÁTICAS E RESÍDUOS TÊXTEIS NA AMÉRICA LATINA: A EXPERIÊNCIA CHILENA NA IMPLEMENTAÇÃO DA RESPONSABILIDADE ESTENDIDA DO PRODUTOR), a pecuária, abordada pela Doutora **Danielle Mendes Thame Denny**, egressa do Programa (DIREITO ECONÔMICO INTERNACIONAL DO MEIO AMBIENTE NA PECUÁRIA: NOVAS RACIONALIDADES, SOFT LAW, GOVERNANÇA POR NORMAS VOLUNTÁRIAS, RASTREABILIDADE E REGULAÇÕES COM EFEITOS TRANSNACIONAIS), a indústria química destacada pela Doutoranda **Camila Hubner Barcellos Devincentis** e seu orientador Professor **Flávio de Miranda Ribeiro** (A INDÚSTRIA QUÍMICA BRASILEIRA DIANTE DAS URGÊNCIAS CLIMÁTICAS: CAMINHOS E OPORTUNIDADES PARA A DESCARBONIZAÇÃO) e o setor mineral explorado pela Doutora, também egressa, **Laura de Nazaré Rocha Andrade** (OS ROYALTIES DA MINERAÇÃO E OS MUNICÍPIOS DO OESTE DO PARÁ: INDEPENDÊNCIA ECONÔMICA E EMERGÊNCIAS CLIMÁTICAS) constituem exemplos de atividades que enfrentam desafios específicos, mas também concentram importantes oportunidades de transformação. A responsabilidade estendida do produtor, a rastreabilidade, as normas voluntárias, os mecanismos de devida diligência, a descarbonização industrial e as regulações com efeitos transnacionais demonstram a crescente complexidade das relações entre economia, sustentabilidade e governança climática.

Nesse cenário, ganha especial relevância a discussão sobre os chamados minerais estratégicos e, particularmente, sobre os elementos terras raras, abordada pela Doutoranda **Beatriz Garbim Veronese** (O DISCURSO ENERGÉTICO DE ELEMENTOS TERRAS RARAS NO REGIME INTERNACIONAL DA MUDANÇA

CLIMÁTICA). A transição energética e o desenvolvimento de tecnologias de baixo carbono ampliam a demanda por recursos minerais essenciais, mas também colocam novos desafios relacionados à exploração dos recursos naturais, à justiça territorial e ambiental e à construção de modelos efetivamente sustentáveis de transição. A emergência climática, portanto, não elimina os conflitos ambientais: em muitos casos, transforma-os, desloca-os ou mesmo cria novas tensões que exigem respostas jurídicas e institucionais inovadoras.

A obra também se volta para uma dimensão fundamental do enfrentamento da crise: o aperfeiçoamento dos instrumentos jurídicos de responsabilização e proteção ambiental. A discussão trazida pela Doutora **Rita de Cássia Peixoto Moreno** (A TIPIFICAÇÃO DO ECOCÍDIO NO ORDENAMENTO JURÍDICO BRASILEIRO: PERSPECTIVAS PARA O ENFRENTAMENTO DA URGÊNCIA CLIMÁTICA), egressa do Programa, sobre a tipificação do ecocídio no ordenamento jurídico brasileiro insere-se precisamente nesse debate mais amplo sobre os limites e as possibilidades do Direito diante de danos ambientais graves e de grande escala. Ao lado das estratégias de prevenção, adaptação e mitigação, emerge a necessidade de refletir sobre os mecanismos de responsabilização compatíveis com a gravidade dos riscos e danos associados à degradação ambiental contemporânea.

Os capítulos, elaborados em forma de artigo, reunidos neste volume não pretendem oferecer uma resposta única à emergência climática. Ao contrário, sua principal contribuição está justamente na pluralidade de perspectivas, objetos e escalas de análise. A experiência chilena de implementação da responsabilidade estendida do produtor dialoga com os desafios latino-americanos da indústria da moda e dos resíduos têxteis. O planejamento urbano brasileiro e as experiências de municípios como Peruíbe e Praia Grande demonstram a importância da ação local e da integração entre instrumentos de adaptação e gestão territorial. Os debates sobre pecuária, indústria química, mineração e minerais estratégicos revelam a complexidade da transição para modelos econômicos de baixo carbono.

Dessa forma, Emergência Climática: Direito, Território e Ação Setorial propõe um olhar simultaneamente crítico e propositivo. Crítico, porque reconhece que os instrumentos tradicionais de regulação e governança frequentemente se mostram insuficientes diante da velocidade e da magnitude das transformações climáticas. Propositivo, porque identifica experiências, instrumentos e caminhos capazes de contribuir para a construção de sociedades mais resilientes, sustentáveis e socialmente justas.

Mais do que um problema ambiental, a emergência climática representa um desafio de reorganização das relações entre sociedade, economia, território e natureza. Exige a revisão de padrões produtivos, a incorporação da variável climática ao planejamento público e privado, o fortalecimento das instituições e a construção de novas formas de cooperação entre atores estatais, mercados e sociedade civil. É o que defendem os membros do Grupo de Pesquisa em Energia e Meio Ambiente do PPGD da Universidade Católica de Santos.

É com esse espírito que esta obra é apresentada ao leitor. Os estudos aqui reunidos demonstram a vitalidade de uma agenda de pesquisa comprometida com os grandes problemas contemporâneos e com a busca de respostas juridicamente consistentes, cientificamente fundamentadas e socialmente relevantes.

Em um momento histórico marcado pela aceleração dos impactos climáticos e pela crescente percepção de que a inação possui custos cada vez mais elevados, refletir sobre Direito, território e ação setorial significa, sobretudo, refletir sobre as condições necessárias para transformar o conhecimento em capacidade efetiva de resposta.

Que esta obra possa contribuir para esse debate e estimular novas pesquisas, políticas e práticas capazes de enfrentar, com a urgência e a profundidade necessárias, um dos maiores desafios do século XXI.

Prof. Dr. Flávio de Miranda Ribeiro e Prof. Dr. Fernando Rei (organizadores)

FAST FASHION, MUDANÇAS CLIMÁTICAS E RESÍDUOS TÊXTEIS NA AMÉRICA LATINA: A EXPERIÊNCIA CHILENA NA IMPLEMENTAÇÃO DA RESPONSABILIDADE ESTENDIDA DO PRODUTOR

Julia Barbosa Pereira¹

Flávio de Miranda Ribeiro²

RESUMO

A expansão do fast fashion intensificou a produção, o consumo e o descarte de vestuário, ampliando a geração de resíduos têxteis e os impactos ambientais e climáticos da cadeia da moda. O estudo analisa essa relação e o potencial da responsabilidade estendida do produtor (EPR) para enfrentar esses impactos na América Latina, a partir da experiência chilena. Por meio de revisão bibliográfica e análise de documentos institucionais e normativos, identificou-se que a aceleração da produção e a redução da vida útil das peças ampliam os resíduos e seus impactos, enquanto a exportação de roupas usadas transfere parte dos custos ambientais e sociais para países do Sul Global. A inclusão dos têxteis no sistema chileno de EPR representa avanço regulatório ao atribuir responsabilidades a fabricantes e importadores e estabelecer bases para coleta, reutilização, reparo, reciclagem e valorização. Conclui-se que a EPR pode redistribuir responsabilidades e estimular práticas circulares, mas sua efetividade depende de metas, infraestrutura e fiscalização. A experiência chilena constitui referência para a América Latina, com necessidade de adaptação às especificidades de cada país.

PALAVRAS-CHAVE

Fast fashion; resíduos têxteis; mudanças climáticas; responsabilidade estendida do produtor; economia circular.

¹ Advogada, mestre em Direito Ambiental pela Universidade Católica de Santos. Pós-Graduada em Advocacia Cível pela Fundação Escola Superior do Ministério Público. E-mail: juliabarbosaadvocacia@gmail.com

² Engenheiro, mestre em energia e doutor em ciências ambientais pela Universidade de São Paulo (USP). Professor associado do Doutorado em Direito Ambiental Internacional da Universidade Católica de Santos. E-mail: flavio.ribeiro@unisantos.br

ABSTRACT

The expansion of fast fashion has intensified clothing production, consumption, and disposal, increasing textile waste and the environmental and climate impacts of the fashion industry. This study analyzes this relationship and the potential of Extended Producer Responsibility (EPR) to address these impacts in Latin America, based on the Chilean experience. Through a literature review and analysis of institutional and regulatory documents, the study found that accelerated production and shorter garment lifespans increase waste and its impacts, while the export of used clothing transfers part of the environmental and social costs to countries in the Global South. The inclusion of textiles in the Chilean EPR system represents a regulatory advancement by assigning responsibilities to manufacturers and importers and establishing a framework for collection, reuse, repair, recycling, and recovery. It is concluded that EPR can redistribute responsibilities and promote circular practices, but its effectiveness depends on targets, infrastructure, and enforcement. The Chilean experience provides a relevant reference for Latin America, although its implementation must be adapted to the specific circumstances of each country.

KEYWORDS

Fast fashion; textile waste; climate change; Extended Producer Responsibility; circular economy.

INTRODUÇÃO

A emergência climática exige que as políticas ambientais alcancem, além da geração de energia e do uso de combustíveis fósseis, os padrões de produção e consumo. A indústria da moda ocupa posição relevante nessa discussão em razão das matérias-primas, da água e da energia empregadas em sua cadeia, bem como das emissões associadas à fabricação, ao transporte, ao uso e à destinação final das peças. Estima-se que o setor responda por parcela entre 2% e 8% das emissões globais de gases de efeito estufa (PNUMA; UNFCCC, 2023,).

A expansão do fast fashion aprofundou essa relação ao organizar a produção com base na rápida substituição de coleções, na redução dos preços e no estímulo à compra. A velocidade do modelo alcança a comunicação, o consumo e o descarte, reduzindo o período de utilização das roupas e ampliando o volume colocado no mercado. Entre 2000 e 2015, a produção mundial de vestuário duplicou, enquanto o número médio de usos de cada peça antes do descarte diminuiu 36% (PNUMA; UNFCCC, 2023, p. 27-28).

A responsabilidade estendida do produtor apresenta-se como instrumento para redistribuir esses encargos. Ao atribuir a fabricantes e importadores obrigações de coleta, triagem e valorização, o mecanismo busca internalizar custos que, no modelo linear, recaem sobre o poder público e a sociedade (OCDE, 2024). A acumulação de roupas no Deserto do Atacama expõe a distribuição desigual desses custos. A experiência do Chile permite examinar essa alternativa em um país que recebe grandes volumes de roupas usadas e incluiu os têxteis entre os produtos prioritários da Lei nº 20.920. Estudos que subsidiam a regulamentação recomendam implementação gradual, iniciada pela reutilização e pelo reparo, acompanhada da ampliação da infraestrutura e da inclusão dos trabalhadores informais (Leiva; Barros; Sundt 2024).

Diante desse quadro, o artigo orienta-se pela seguinte questão: de que forma o modelo fast fashion contribui para a geração de resíduos têxteis e para o agravamento das mudanças climáticas, e em que medida a responsabilidade estendida do produtor pode contribuir para o enfrentamento desses impactos na América Latina.

Por meio da pesquisa alicerçada na revisão bibliográfica, o objetivo do presente estudo consiste em analisar a relação entre a aceleração da produção e do consumo de vestuário, a crise dos resíduos têxteis e as mudanças climáticas, examinando o potencial desse instrumento na América Latina a partir da experiência chilena.

1. FAST FASHION, CONSUMISMO E EMERGÊNCIA CLIMÁTICA

O enfrentamento da emergência climática costuma ser associado, principalmente, à transição energética, à redução do uso de combustíveis fósseis e ao combate ao desmatamento. Embora tais medidas sejam indispensáveis, a complexidade da crise exige abordagens atuais de produção e consumo.

Nesse contexto, a indústria da moda merece especial atenção, não apenas em razão dos recursos naturais utilizados em sua cadeia produtiva, mas também porque atualmente representa uma cultura baseada na compra excessiva de mercadorias que apresentam qualidade reduzida com a sua rápida substituição.

A moda desempenha uma função que ultrapassa a satisfação de uma necessidade material. O vestuário constitui forma de expressão e identidade, sendo influenciado por valores sociais, culturais e econômicos. Referida dimensão simbólica confere ao setor a capacidade de moldar comportamentos (PNUMA; UNFCCC, 2023).

E, de acordo com o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente e a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, a indústria da moda detém uma das mais poderosas estruturas de comunicação e marketing, capaz de influenciar o que e quanto as pessoas comprem, como utilizam as peças adquiridas e por quanto tempo atribuem valor a esses produtos (PNUMA; UNFCCC, 2023).

O desenvolvimento do fast fashion está relacionado à globalização das cadeias produtivas, ao aperfeiçoamento das tecnologias de produção e distribuição e à capacidade das empresas de identificar e reproduzir tendências em intervalos cada vez menores. Nesse modelo, reduz-se o período entre a concepção de uma peça, sua fabricação e sua disponibilização ao consumidor (Braga; Fernandes; Falcão, 2026).

Trata-se, portanto, de uma forma de obsolescência predominantemente simbólica. Isso porque, diferentemente da deterioração física, ela decorre da perda socialmente construída do valor do produto. A peça não precisa apresentar defeito para ser substituída, basta que deixe de representar a tendência valorizada no momento. Como consequência, a utilidade do vestuário passa a ocupar uma posição secundária diante do estímulo constante à renovação do guarda-roupa (Braga; Fernandes; Falcão, 2026).

Dito isso, observa-se que o modelo fast fashion estabelece uma relação de interdependência entre produção acelerada e consumo excessivo. A velocidade não se restringe, portanto, à etapa produtiva, mas abrange todo o ciclo: as peças são produzidas e comercializadas em curtos intervalos e, pouco depois, substituídas por novos produtos e, majoritariamente, o descarte dos produtos se dá de maneira inadequada (Rodrigues; Alves; Antonio, 2025).

Diante desse cenário, o PNUMA reconhece o consumo em massa como uma questão sistêmica, cuja transformação encontra obstáculos em um modelo econômico orientado ao aumento das vendas e ao crescimento contínuo dos volumes de produção (PNUMA; UNFCCC, 2023).

Segundo os dados apresentados pelo PNUMA e pela UNFCCC, entre 2000 e 2015, a produção mundial de roupas dobrou, enquanto o número médio de vezes em que cada peça era utilizada antes do descarte diminuiu 36%. O mesmo documento aponta que 85% das grandes marcas avaliadas pelo Fashion Transparency Index de 2022 não divulgavam seus volumes anuais de produção (PNUMA; UNFCCC, 2023).

Nesse cenário, a relação entre o fast fashion e as mudanças climáticas manifesta-se ao longo de todo o ciclo de vida do vestuário. A produção de matérias-primas, a fabricação das fibras, o tingimento, a confecção, o uso e a destinação final demandam energia e recursos naturais. E, quando essas etapas são executadas sob ciclos cada vez mais curtos, amplia-se a pressão climática exercida pelo setor.

Segundo o PNUMA e a UNFCCC, a indústria da moda é responsável por uma parcela estimada entre 2% e 8% das emissões globais de gases de efeito estufa. Além disso, mantido o cenário atual, o setor poderá deixar de cumprir em aproximadamente 50% as reduções de emissões necessárias para atingir suas metas climáticas até 2030 (PNUMA; UNFCCC, 2023).

Braga, Fernandes e Falcão (2026) destacam que o modelo produtivo também

se beneficia da transferência de etapas industriais para países nos quais os custos operacionais são menores e as estruturas regulatórias e fiscalizatórias podem ser mais frágeis. Embora os lucros e o consumo se concentrem, em grande medida, nos mercados mais favorecidos, parcela significativa dos impactos ambientais e sociais é deslocada para territórios periféricos. A cadeia global do vestuário evidencia, assim, que os benefícios e os prejuízos relacionados ao fast fashion não são distribuídos de forma equitativa.

O desenvolvimento tecnológico e a expansão da produção industrial não geram somente bens e riqueza, mas também riscos ambientais que ultrapassam fronteiras. Na cadeia têxtil, essa perspectiva revela que a aparência simples e acessível de uma peça pode ocultar uma rede de impactos que se acumulam ao longo de produção, distribuição e descarte (Braga; Fernandes; Falcão, 2026).

2. A CRISE DOS RESÍDUOS TÊXTEIS NA AMÉRICA LATINA

A aceleração dos ciclos de produção e consumo promovida pelo fast fashion não se encerra no momento da aquisição da peça. Ao reduzir o tempo de utilização do vestuário, esse modelo amplia o volume de materiais descartados e transfere para os sistemas de gestão de resíduos um problema que se origina no design das peças. A crise dos resíduos têxteis constitui, portanto, uma consequência da economia linear de produção.

Ferreira, Novaes e Gomes classificam os resíduos têxteis, em regra, como resíduos de classe II A, isto é, não inertes, destacando que muitos desses materiais possuem potencial de reutilização ou reciclagem. Essa classificação, entretanto, não significa ausência de risco ambiental, sobretudo quando o volume gerado ultrapassa a capacidade dos sistemas de coleta, tratamento e destinação adequada (Ferreira; Novaes; Gomes, 2024).

A composição das peças também interfere em sua destinação. Tecidos formados por misturas de fibras naturais e sintéticas são mais difíceis de separar e reciclar. Além disso, o uso crescente de fibras sintéticas derivadas de combustíveis fósseis aumenta a permanência desses materiais no ambiente e favorece a liberação de microplásticos durante a lavagem, o uso e a degradação das roupas (ABREMA, 2025).

A dimensão da crise está relacionada ao próprio volume de roupas colocado em circulação. Segundo dados divulgados pela Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente (ABREMA), aproximadamente 100 bilhões de peças de vestuário são produzidas anualmente no mundo, quantidade equivalente ao dobro daquela registrada em 2000. No Brasil, a produção alcança cerca de 6 bilhões de peças por ano. O aumento da oferta, associado ao menor tempo de uso das roupas, faz com que grande parte desses produtos seja rapidamente convertida em resíduo (ABREMA, 2025).

Estima-se que sejam geradas mundialmente cerca de 92 milhões de toneladas de resíduos têxteis por ano. Aproximadamente 80% desses materiais seriam incinerados, encaminhados a aterros, descartados em lixões ou lançados no meio ambiente. Menos de 1% retornaria à produção de novos materiais, enquanto cerca de 13% seriam transformados em produtos de menor valor agregado, como enchimentos e materiais de isolamento (ABREMA, 2025).

Nesse contexto, o design desempenha papel relevante na criação e manutenção do sistema linear de produção, contudo, configura-se como um elemento essencial na transição para um sistema de produção e consumo mais resiliente e sustentável (EMF, 2022).

Nesse mesmo sentido, Ferreira, Novaes e Gomes (2024) defendem que a gestão dos resíduos deve começar ainda na fase de concepção do produto, considerando os impactos ambientais de todo o seu ciclo de vida. Isso envolve selecionar materiais de menor impacto, reduzir a mistura de fibras incompatíveis, facilitar a desmontagem das peças, prolongar sua durabilidade e planejar previamente sua destinação após o uso.

Nesse contexto, é pertinente mencionar a importância da hierarquia da gestão de resíduos que igualmente impede que a reciclagem seja apresentada como primeira e única solução. A prioridade deve ser a não geração, seguida da redução, reutilização, reciclagem, tratamento e, somente ao final, disposição ambientalmente adequada dos rejeitos.

Aplicada ao setor têxtil, essa ordem exige enfrentar a superprodução e a baixa durabilidade das peças antes de se considerar suficiente a criação de tecnologias para tratar quantidades crescentes de resíduos (Ferreira; Novaes; Gomes, 2024).

2.1 A transferência dos resíduos para o Sul Global

A crise dos resíduos têxteis não se distribui uniformemente entre os países. Segundo relatório do Greenpeace (2022), resíduos têxteis são frequentemente classificados como roupas de segunda mão e exportados do Norte para o Sul Global, transferindo aos países destinatários os custos e os impactos decorrentes do descarte dessas peças.

Embora as roupas usadas e até mesmo os itens novos excedentes sejam oficialmente registrados como destinados à reutilização, quase metade desse material acaba descartada em lixões ou submetida à queima a céu aberto (Greenpeace, 2022).

Essa dinâmica tem sido descrita como “colonialismo de resíduos”, expressão utilizada para caracterizar relações nas quais determinados países ou grupos transferem seus rejeitos e os impactos da poluição para outros territórios. No caso da moda,

países do Norte Global enviam grandes volumes de roupas usadas para países do Sul Global, que passam a suportar os custos ambientais e sociais de materiais cujo consumo ocorreu, em grande medida, em outras regiões (Fashion Revolution, 2023).

Nesse ponto, torna-se necessário diferenciar doação de destinação ambientalmente adequada. Em que pese a doação possa prolongar a utilização de peças, ela não constitui solução para roupas danificadas ou impróprias para uso. Assim, a ausência de triagem e controle transforma iniciativas apresentadas como solidárias em canais de transferência de resíduos (ABREMA, 2025).

A ABREMA registra que parte das roupas doadas ou recolhidas por programas de recebimento termina em locais como o Deserto do Atacama, no Chile, e em praias de Gana (ABREMA, 2025).

Esse fenômeno demonstra que a crise não pode ser enfrentada apenas por escolhas individuais ou iniciativas voluntárias. A dimensão transnacional dos fluxos de vestuário exige mecanismos de rastreabilidade, controle das exportações, critérios de qualidade e atribuição de responsabilidades aos agentes que produzem, importam e colocam os produtos no mercado.

2.2 O Deserto do Atacama como expressão da crise regional

O Chile ocupa a quarta posição entre os maiores importadores de roupas de segunda mão do mundo e a primeira na América Latina (Fashion Revolution, 2023).

Nesse cenário, o caso do Deserto do Atacama, no Chile, tornou-se uma das representações mais visíveis da crise global dos resíduos têxteis. O país ocupa posição de destaque no comércio internacional de roupas usadas, figurando como o maior importador desse tipo de produto na América Latina (Fashion Revolution, 2023).

Ferreira, Novaes e Gomes apontam que o local recebe resíduos e peças não comercializadas provenientes de diferentes países e continentes, incluindo coleções inteiras que não atenderam às expectativas do mercado consumidor (Ferreira; Novaes; Gomes, 2024).

A presença de grandes quantidades de fibras sintéticas torna a questão complexa. Materiais como o poliéster apresentam lenta degradação e podem liberar microplásticos e outras substâncias ao longo do tempo. O descarte sem inadequado igualmente favorece incêndios, que acrescentam emissões atmosféricas aos impactos sobre o solo e a água. As populações próximas, por via reflexa, ficam mais expostas aos efeitos do descarte, evidenciando a dimensão social da crise (Fashion Revolution, 2023).

A existência de iniciativas locais de reaproveitamento demonstra possibilidades de valorização dos materiais, como a transformação de resíduos têxteis em painéis

de isolamento térmico. Essas experiências, entretanto, não possuem escala suficiente para absorver o volume continuamente recebido. Sem medidas destinadas a reduzir a geração e controlar os fluxos de entrada, soluções pontuais permanecem limitadas diante da magnitude do problema (Fashion Revolution, 2023).

O caso chileno evidencia, portanto, os limites de uma economia circular baseada apenas na reciclagem e na atuação voluntária de empresas e organizações sociais. A transição exige instrumentos jurídicos capazes de impedir que a exportação de roupas seja utilizada para afastar a responsabilidade dos agentes que as colocaram no mercado. Importadores, exportadores, fabricantes, plataformas digitais precisam participar da organização e do financiamento dos sistemas de coleta e destinação adequada.

Nesse cenário, ganha relevância a responsabilidade estendida do produtor, que atribui especificamente ao fabricante ou importador a obrigação pelo retorno dos produtos ao ciclo produtivo (OCDE, 2024).

3. RESPONSABILIDADE ESTENDIDA DO PRODUTOR E CIRCULARIDADE NA CADEIA TÊXTIL

A crise latino-americana dos resíduos têxteis resulta da combinação entre superprodução, curta vida útil das peças, insuficiência de infraestrutura, fragilidade dos sistemas de rastreamento e transferência internacional dos materiais descartados.

Nesse contexto, a responsabilidade estendida do produtor (EPR) emerge como uma alternativa para o enfrentamento da crise de resíduos têxteis.

Isso se deve ao fato de que, além de aperfeiçoar as etapas de coleta e triagem, a responsabilidade estendida do produtor pode contribuir para a redução dos impactos ambientais relacionados à produção, ao consumo e ao descarte de peças de vestuário. Tal resultado decorre, sobretudo, da reformulação dos incentivos econômicos destinados aos produtores, consumidores e responsáveis pela gestão de resíduos (OCDE, 2024).

Ao direcionar-se aos produtores e aos produtos na fase pós-consumo, apresenta-se como alternativa para enfrentar os impactos gerados tanto na produção quanto no fim da vida útil das peças. Seus resultados podem, ainda, ser potencializados por políticas complementares, favorecendo a adoção de modelos de negócios circulares (OCDE, 2024).

3.1 A experiência chilena: implementação da responsabilidade estendida do produtor para produtos têxteis

A experiência chilena constitui um relevante estudo de caso para a análise da responsabilidade estendida do produtor aplicada ao setor têxtil na América Latina. O país reúne dois elementos que justificam essa relevância: (i) a existência de um marco jurídico específico para atribuir aos produtores e importadores a responsabilidade pela gestão dos resíduos e (ii) uma crise socioambiental relacionada ao descarte de roupas usadas especialmente no Deserto do Atacama (Chile, 2026; Dimitrov, 2025).

Desta feita, a inclusão dos têxteis no sistema chileno de EPR representa, assim, uma tentativa de enfrentar os efeitos do modelo linear de produção, consumo e descarte de vestuário por meio de um instrumento da economia circular (Chile, 2026; Dimitrov, 2025).

3.1.1 O contexto da geração e do descarte de resíduos têxteis no Chile

O consumo de vestuário aumentou significativamente no Chile nas últimas décadas. Segundo informações do Ministério do Meio Ambiente, a aquisição média anual de roupas passou de 13 peças por pessoa, em 2015, para aproximadamente 50 peças em 2020 (Chile, 2026).

Paralelamente, estima-se que o país gere mais de 572 mil toneladas de resíduos têxteis por ano, volume correspondente a cerca de 7% dos resíduos sólidos urbanos produzidos por habitante. Esses dados demonstram que o problema não decorre apenas da importação de roupas usadas, mas também do crescimento do consumo interno e da redução do período de utilização das peças (Chile, 2026).

A situação é agravada pela posição ocupada pelo Chile no comércio internacional de roupas de segunda mão. O país recebe mais de 123 mil toneladas dessas peças anualmente, figurando entre os maiores importadores mundiais (Dimitrov 2025).

Muito embora a exportação seja apresentada como uma forma de prolongamento da vida útil dos produtos, parte das peças enviadas aos países destinatários apresenta baixa qualidade ou baixo potencial de comercialização. Nesses casos, a reutilização não se concretiza, e o país importador passa a suportar os custos econômicos, sociais e ambientais da triagem e da destinação dos rejeitos (Dimitrov, 2025).

A região do Deserto do Atacama, caracterizada por condições ambientais extremas, passou a receber grandes quantidades de peças descartadas, inclusive produtos novos decorrentes de excedentes comerciais. Além da ocupação irregular do território, o descarte produz poluição do solo e dispersão de fibras sintéticas, enquanto a queima dos materiais libera substâncias poluentes na atmosfera (Dimitrov, 2025).

Desta feita, o acúmulo de roupas no Deserto do Atacama tornou-se a manifestação mais visível desse problema.

3.1.2 A estrutura da responsabilidade estendida do produtor no Chile

O marco jurídico da responsabilidade estendida do produtor no Chile foi estabelecido pela Lei nº 20.920, que disciplina a gestão de resíduos, a responsabilidade estendida do produtor e o incentivo à reciclagem (Chile, 2026).

Nesse sentido, a EPR funciona como um instrumento econômico de gestão ambiental por meio do qual o fabricante ou importador deve assumir obrigações relacionadas ao produto após o término de sua vida útil. Dessa maneira, os custos da coleta, do tratamento e da valorização deixam de recair exclusivamente sobre os municípios e consumidores e passam a ser internalizados pelos agentes que introduzem os produtos no mercado (Compoflex, s.d.).

Para fins de aplicação da referida norma, considera-se produtor tanto aquele que fabrica o produto no território chileno quanto aquele que o importa e o comercializa pela primeira vez no mercado nacional. Essa definição é relevante para o setor têxtil, pois grande parte das peças consumidas no país é importada (Compoflex, s.d.).

No caso das roupas de segunda mão, os importadores também podem ser considerados produtores, tornando-se responsáveis pelas obrigações de registro, informação e, futuramente, pelo atendimento das metas de coleta e valorização (Compoflex, s.d.).

A legislação chilena adota a categoria dos denominados “produtos prioritários”, selecionados em razão do volume de resíduos gerados, de sua presença no consumo cotidiano, da possibilidade de valorização e dos impactos ambientais associados à destinação inadequada. Inicialmente, a Lei nº 20.920 abrangia óleos lubrificantes, equipamentos elétricos e eletrônicos, baterias, embalagens, pneus e pilhas. Os têxteis permaneceram fora desse sistema durante os primeiros anos, apesar do crescimento do consumo e da intensificação do descarte de roupas no país (Chile, 2026).

O funcionamento do sistema pressupõe a imposição de metas específicas para cada categoria de produto prioritário. Em termos gerais, o produtor deve registrar-se perante a autoridade competente, informar a quantidade de produtos colocados no mercado e integrar um sistema de gestão individual ou coletivo. Esses sistemas são responsáveis por organizar a coleta, o transporte, a triagem, o tratamento e a valorização dos resíduos, além de comprovar o cumprimento das metas estabelecidas pelo poder público (Compoflex, 2026).

Nos sistemas individuais, cada produtor organiza e financia diretamente as medidas necessárias para atender às obrigações legais. Nos sistemas coletivos, diversos

produtores reúnem-se para executar conjuntamente as atividades de logística reversa e gestão dos resíduos (Compoflex, 2026).

3.1.3 A inclusão dos têxteis como produtos prioritários

A incorporação dos têxteis à Lei nº 20.920 ocorreu por meio da Resolução de Isenção nº 3.914/2025, do Ministério do Meio Ambiente chileno, que reconheceu formalmente tais materiais como produtos prioritários (Chile, 2026).

A decisão representa uma mudança relevante na política ambiental do país, pois permite que fabricantes e importadores sejam responsabilizados não apenas pela comercialização, mas também pela etapa posterior ao consumo. A medida cria as bases jurídicas para a futura imposição de metas obrigatórias de coleta, reutilização, reciclagem e valorização dos resíduos têxteis (Chile, 2026).

A primeira etapa da regulamentação concentrou-se na obtenção de informações sobre o mercado. Fabricantes e importadores foram convocados a efetuar o cadastramento no Registro de Emissões e Transferências de Contaminantes e a declarar a quantidade de produtos têxteis introduzidos no mercado chileno. O levantamento desses dados é indispensável para dimensionar o volume de produtos comercializados, identificar os agentes sujeitos à legislação e estabelecer metas compatíveis com a realidade econômica e com a capacidade da infraestrutura do país (Chile, 2026).

A inclusão dos têxteis como produtos prioritários não equivale, entretanto, à implementação completa da responsabilidade estendida do produtor no setor. Para que o sistema se torne plenamente operacional, ainda é necessária a edição de decreto específico que estabeleça as metas de coleta e valorização, os prazos, a cobertura territorial, as categorias abrangidas e as formas de comprovação do cumprimento. Por essa razão, o caso chileno deve ser compreendido como um processo regulatório gradual (Chile, 2026).

Em 2026, o Ministério do Meio Ambiente iniciou formalmente a elaboração do decreto de metas aplicável aos produtos têxteis.

Para subsidiar esse processo, foi convocado um Comitê Operativo Ampliado, de natureza consultiva, formado por representantes dos produtores, pequenas empresas, distribuidores, gestores de resíduos, associações de consumidores, recicladores de base, instituições acadêmicas e organizações ambientais. Também foi aberta a possibilidade de apresentação de estudos e informações técnicas, econômicas e sociais sobre a geração, a gestão e a valorização de resíduos têxteis (Chile, 2026).

3.1.4 Infraestrutura, inclusão social e desafios de implementação

A efetividade da EPR para têxteis dependerá da ampliação da infraestrutura. A criação de metas legais, por si só, não assegura que as peças sejam coletadas e valorizadas. Será necessário desenvolver pontos de recebimento, centrais de triagem, redes de transporte, instalações de armazenamento e tecnologias capazes de identificar e separar diferentes tipos de fibras (Compoflex, s.d.; Dimitrov, 2025).

Outro desafio decorre das próprias características técnicas dos produtos têxteis. Peças compostas por misturas de algodão, poliéster, elastano e outros materiais apresentam maior dificuldade de reciclagem. Aviamentos, zíperes, botões, estampas e tratamentos químicos também podem limitar a recuperação das fibras. Por essa razão, a política não deve se restringir à reciclagem, devendo observar uma hierarquia que priorize a prevenção da geração de resíduos, o prolongamento da vida útil, a reutilização, o reparo e, somente depois, a reciclagem dos materiais (Chile, 2026).

Ademais, a implementação oferece a possibilidade de reconhecer e integrar os recicladores de base e outros trabalhadores que já atuam informalmente na coleta e na recuperação de materiais. A participação desses agentes nos sistemas de gestão pode ampliar a capacidade operacional da política e produzir benefícios sociais, desde que sejam asseguradas condições adequadas de trabalho, remuneração e formalização. A Lei pode, portanto, funcionar não apenas como instrumento de gestão ambiental, mas também como mecanismo de desenvolvimento de novas atividades econômicas vinculadas à circularidade (Compoflex, s.d.; Dimitrov, 2025).

A educação ambiental dos consumidores constitui igualmente um elemento necessário. O funcionamento da logística reversa depende da devolução das peças aos pontos de coleta e da correta separação dos materiais. Além disso, a informação pode estimular comportamentos relacionados à compra responsável, à manutenção das roupas, ao reparo e à reutilização. Embora a obrigação principal recaia sobre produtores e importadores, a participação dos consumidores influencia diretamente a quantidade e a qualidade dos materiais recuperados pelos sistemas de gestão (Compoflex, 2026).

Igualmente será indispensável assegurar mecanismos de fiscalização e transparência. A autoridade ambiental deverá verificar a veracidade das informações apresentadas pelos produtores, acompanhar o funcionamento dos sistemas individuais e coletivos e aplicar sanções em caso de descumprimento. Sem controle adequado, existe o risco de que as empresas cumpram apenas obrigações formais ou considerem como valorizados materiais cuja destinação final não possa ser efetivamente comprovada (Compoflex, 2026).

3.1.5 A relação com a vulnerabilidade climática do Chile

A implementação da EPR para têxteis adquire especial importância diante da elevada exposição do Chile às mudanças climáticas. O país já registra aumento das temperaturas e redução da precipitação média, acompanhados da intensificação de riscos relacionados às secas, às ondas de calor, aos incêndios, às chuvas intensas e aos deslizamentos. Esses fenômenos afetam a disponibilidade de água, a saúde da população, os ecossistemas, a infraestrutura e diversos setores produtivos (Chile, s.d.).

Nesse contexto, a contaminação do solo e dos recursos hídricos por resíduos têxteis agrava pressões ambientais preexistentes. A redução dos descartes irregulares contribui, portanto, para poupar recursos naturais que já se encontram submetidos aos efeitos das mudanças climáticas (Chile, s.d.).

Essa relação é evidente no Deserto do Atacama. Embora o clima árido faça parte das características naturais da região, as mudanças climáticas e a crescente pressão humana ampliam a vulnerabilidade dos ecossistemas e das comunidades locais (Chile, s.d.; Dimitrov, 2025).

Sob a perspectiva da mitigação das mudanças climáticas, a norma pode incentivar a redução da extração de matérias-primas e do consumo de energia associados à fabricação de novos produtos. O prolongamento da vida útil das roupas, a reutilização e a recuperação de fibras diminuem a necessidade de produção de peças novas e, conseqüentemente, as emissões relacionadas às etapas de fabricação, transporte e destinação (Compoflex, 2026).

Nesse contexto, a EPR pode auxiliar na proteção dos ecossistemas, na redução da poluição e no fortalecimento da capacidade institucional de gestão dos resíduos. Não se trata de uma política climática de adaptação em sentido estrito, mas de um instrumento de economia circular, de modo que a articulação entre políticas de resíduos e economia circular permite enfrentar simultaneamente diferentes dimensões da crise ambiental (Chile, 2026).

4. RELEVÂNCIA DO MODELO CHILENO PARA A AMÉRICA LATINA

A iniciativa chilena possui relevância regional porque demonstra a possibilidade de inserir os produtos têxteis em um regime obrigatório de responsabilidade pós-consumo. Em muitos países latino-americanos, os sistemas de logística reversa concentram-se em categorias como embalagens, pneus, baterias e equipamentos eletroeletrônicos, enquanto os resíduos têxteis permanecem submetidos às regras gerais de resíduos sólidos.

O Chile avança ao reconhecer as particularidades do setor e criar um caminho

regulatório específico para fabricantes e importadores (Dimitrov, 2025; Chile, 2026).

O modelo também pode oferecer aprendizados para países que recebem roupas usadas provenientes do Norte Global. A atribuição de responsabilidade aos importadores impede que a classificação formal dos produtos como reutilizáveis seja suficiente para afastar as obrigações ambientais. Quando as peças importadas não possuem qualidade ou valor comercial, o agente que as introduziu no mercado deverá participar da gestão dos resíduos produzidos, reduzindo a transferência dos custos ao Estado e à sociedade.

Apesar de seu caráter inovador na América Latina, a experiência chilena ainda não permite uma avaliação definitiva de resultados. As metas de coleta e valorização, os prazos de cumprimento e os mecanismos operacionais encontram-se em processo de regulamentação (Chile, 2026).

A replicação do modelo em outros países latino-americanos também exigirá adaptação às respectivas realidades institucionais, econômicas e territoriais (Com-poflex, s.d.).

A existência de mercados informais, a infraestrutura de reciclagem reduzida, a desigualdade regional e a presença de pequenos produtores e comerciantes demandam metas graduais e mecanismos de inclusão (Chile, 2026).

Em síntese, a incorporação dos têxteis à Lei nº 20.920 representa um avanço na política de resíduos chilena e na agenda latino-americana de economia circular.

O sistema procura responsabilizar os agentes que colocam produtos no mercado, aperfeiçoar a rastreabilidade, financiar a infraestrutura de retorno e evitar que roupas sem condições de utilização sejam acumuladas em áreas ambientalmente vulneráveis. Seu sucesso, entretanto, dependerá da definição de metas adequadas, da fiscalização, da ampliação da infraestrutura, da inclusão dos recicladores de base e da articulação com as políticas climáticas do país (Dimitrov, 2025).

CONCLUSÕES

A análise permite responder que o fast fashion contribui para a geração de resíduos têxteis e para o agravamento das mudanças climáticas por meio da aceleração dos ciclos de produção, consumo e descarte. Os impactos climáticos, portanto, acumulam-se ao longo de todo o ciclo de vida do vestuário.

Nesse contexto, a responsabilidade estendida do produtor oferece resposta regulatória ao deslocar parte dos encargos da fase pós-consumo para fabricantes e importadores. Ademais, referido instrumento pode financiar sistemas de coleta, ampliar a rastreabilidade e induzir mudanças no design dos produtos.

A inclusão dos têxteis na Lei nº 20.920 permite alcançar produtores e importadores de roupas novas e usadas, mas a efetividade do regime dependerá do decreto de metas, da cobertura territorial, da fiscalização e da capacidade de tratamento. O relatório que subsidia a política recomenda uma transição por etapas: reutilização e reparo; desenvolvimento da classificação e da reciclagem; ampliação da infraestrutura; e inclusão dos consumidores, das escolas, dos ofícios tradicionais e do setor informal (Leiva; Barros; Sundt, 2024).

A articulação com a agenda climática também se mostra pertinente. O prolongamento da vida útil das peças e a redução do descarte podem diminuir a demanda por produtos novos, evitar emissões e reduzir pressões sobre áreas sujeitas à escassez hídrica. Esses efeitos dependem de metas verificáveis e da comprovação de que a reutilização e os materiais recuperados substituem parte do consumo de matérias-primas virgens.

Para a América Latina, o caso chileno constitui referência, mas não modelo de reprodução automática. A responsabilidade estendida do produtor deve considerar a informalidade, as diferenças territoriais, a capacidade administrativa e a infraestrutura disponível em cada país.

Conclui-se que o enfrentamento da crise dos resíduos têxteis requer a combinação de prevenção, responsabilidade pós-consumo, controle dos fluxos internacionais, inclusão social e políticas climáticas. A regulação pode redistribuir custos e responsabilidades, mas seus resultados dependerão da redução da lógica de produção e descarte acelerados que sustenta o fast fashion.

REFERÊNCIAS

CHILE. Ministerio del Medio Ambiente. **Resolución Exenta nº 3.914/2025: declara textiles como producto prioritario..** Disponível em: <https://economia-circular.mma.gob.cl/textiles/>. Acesso em 30 jul. 2026.

CHILE. Ministerio del Medio Ambiente. **Textiles: economía circular.** Santiago, 2026. Disponível em: <https://economiacircular.mma.gob.cl/textiles/>. Acesso em 30 jul. 2026.

COMPOFLEX. **O que é a Lei de Responsabilidade Estendida do Produtor (REP) do Chile e como ela funciona?** Disponível em: <https://compoflex.com/pt/ley-rep-chile/>. Acesso em: 29 jul. 2026.

DIMITROV, D.. **Chile expands EPR to tackle fast fashion waste.** Disponível em <https://esgnews.bg/en/chile-expands-epr-to-tackle-fast-fashion-waste/>. Acesso em 15 jul. 2026.

LEIVA, R.; BARROS, M.; SUNDT, P. **Consultoría de apoyo para la elaboración de análisis económicos de metas de recolección y valorización para textiles como nuevo producto prioritario de la Ley n.º 20.920: informe final.** Disponível em https://economiecirculaire.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2026/03/05.-2024.09.09_INFORME-FINAL_Leiva_Barros_Sundt-1.pdf. Acesso em 30 jul. 2026.

BRAGA, G. C.; FERNANDES, L. S.; FALCÃO, L. P. **Fast fashion e o Direito Ambiental: o descarte em massa de resíduos e a cultura do consumo na sociedade de risco.** Disponível em <https://revistatopicos.com.br/artigos/fast-fashion-e-o-direito-ambiental-o-descarte-em-massa-de-residuos-e-a-cultura-do-consumo-na-sociedade-de-risco>. Acesso em 14 jul. 2026.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE (PNUMA); CONVENÇÃO-QUADRO DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MUDANÇA DO CLIMA (UNFCCC). **The Sustainable Fashion Communication Playbook: shifting the narrative: a guide to aligning fashion communication to the 1.5-degree climate target and wider sustainability goals.** Disponível em <https://wedocs.unep.org/items/d078780c-238b-4c88-af8c-675cf8f6c6b8>. Acesso em 30 jul. 2026.

RODRIGUES, M. M.; ALVES, I.; ANTONIO, J. J.. **Emergência climática e fast fashion: relato de experiência de ações de ensino e extensão no Vale do Caí – RS. 2025.** Disponível em https://cfess.org.br/cbas2025-assets/pdf/625-1286166_13_08_2025_15-16-08_4538_v4.pdf. Acesso em 15 jul. 2026.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RESÍDUOS E MEIO AMBIENTE (ABREMA). **Na era da moda rápida e barata, 80% do descarte têxtil vira lixo.** Disponível em <https://www.abrema.org.br/2025/01/20/na-era-da-moda-rapida-e-barata-80-do-descarte-textil-vira-lixo/>. Acesso em: 30 jul. 2026.

FASHION REVOLUTION. **Lixo têxtil, uma nova forma de colonização através da poluição.** Disponível em <https://www.cartacapital.com.br/blogs/fashion-revolution/lixo-textil-uma-nova-forma-de-colonizacao-atraves-da-poluicao/>. Acesso em: 14 jul. 2026.

FERREIRA, S. M. de O.; NOVAES, D. O.; GOMES, D. de M.. **Resíduos têxteis: destinação incorreta e impactos ambientais.** RECIMA21 – Revista Científica Multidisciplinar. Disponível em <https://recima21.com.br/index.php/recima21/article/view/5137>. Acesso em 30 jul. 2026.

RIBEIRO, F. de M.. **O papel da logística reversa na ampliação da reciclagem e da economia circular no Brasil: uma reflexão inicial.** In: Marcelo de Souza. (Org.). *Reciclagem de A a Z: Circularidade de recursos para um futuro susten-*

tável. 1ed.Cabreúva: Editora do Autor, 2024, v., p. 81-92.

Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE). **Extended Producer Responsibility: Basic facts and key principles**, OECD Environment Policy Papers, No. 41, OECD Publishing, Paris. Disponível em: <https://doi.org/10.1787/67587b0b-en>. Acesso em 15 jul. 2026.

GREENPEACE. **Poisoned Gifts**. Disponível em <https://www.greenpeace.org/international/publication/53355/poisoned-gifts-report-fast-fashion-textile-waste-disguised-as-second-hand-clothes-exported-to-east-africa/>. Acesso em 15 jul. 2026.

NOVAS PERSPECTIVAS PARA O DIREITO URBANÍSTICO FRENTE À URGÊNCIA CLIMÁTICA: A REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA AMBIENTAL COMO INSTRUMENTO DE PROMOÇÃO DE CIDADES SUSTENTÁVEIS E RESILIENTES¹

Bárbara Luiza Diniz de Souza Dornela²

Rafael Costa Freiria³

RESUMO

A intensificação de eventos climáticos extremos converteu a mudança do clima em uma urgência concreta para as cidades brasileiras, cujos impactos incidem de forma desproporcional sobre populações que ocupam assentamentos informais e áreas ambientalmente frágeis. Fruto de pesquisa de mestrado desenvolvida no Programa de Pós-Graduação em Tecnologia da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), este capítulo analisa de que maneira os instrumentos da política urbana brasileira, especialmente a regularização fundiária urbana ambiental, podem contribuir para o enfrentamento da urgência climática contemporânea. A pesquisa possui natureza qualitativa, exploratória e interdisciplinar, fundamentada em revisão bibliográfica e análise documental normativa, com aproximação empírica ilustrativa a partir de estudo de caso realizado no Distrito de Campo Grande, em Campinas/SP. Sustenta-se que a urgência climática confere novo conteúdo à função socioambiental da propriedade, trazendo uma função social adaptativa, orientada à prevenção, à adaptação e à mitigação de riscos climáticos no território urbano. Argumenta-se que a regularização fundiária ambiental, ao articular titulação, qualificação urbanística, soluções de drenagem, expressamente previstas na Lei nº 13.465/2017, e estratégias de infraestrutura verde e soluções baseadas na natureza, constitui via concreta de realização dessa função adaptativa em territórios vulnerabilizados. Conclui-se que, quando orientada por parâmetros urbanísticos, ambientais e climáticos adequados, a regularização fundiária ultrapassa a lógica restrita da titulação dominial e se consolida como instrumento estratégico de adaptação e de justiça climática, capaz de contribuir para a construção de cidades mais resilientes e socialmente justas.

¹ Nossos agradecimentos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro à pesquisa, bem como ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologia (PPGT) da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), pelo apoio e suporte acadêmico e institucional.

² Doutoranda e Mestra em Tecnologia, área Ambiente, pelo Programa de Pós-Graduação em Tecnologia da Universidade Estadual de Campinas (PPGT/FT/Unicamp). Especialista em Direito Ambiental e Gestão Ambiental. (UFPR). Consultora ambiental. E-mail: barbara@dornela.com.br

³ Professor Doutor da Faculdade de Tecnologia da Universidade Estadual de Campinas (FT/Unicamp) e do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia (PPGT), linha de pesquisa em legislações e políticas públicas ambientais. E-mail: rafaelcf@unicamp.br

PALAVRAS-CHAVE

Urgência climática; Regularização fundiária urbana; Função social adaptativa da propriedade; Infraestrutura verde; Resiliência urbana.

ABSTRACT

The intensification of extreme climate events has turned climate change into a concrete urgency for Brazilian cities, whose impacts fall disproportionately on populations living in informal settlements and environmentally fragile areas. Stemming from a master's research developed at the Graduate Program in Technology of the University of Campinas (Unicamp), this chapter analyzes how instruments of Brazilian urban policy, particularly urban land regularization in its environmental dimension, may contribute to addressing the contemporary climate urgency. The research adopts a qualitative, exploratory and interdisciplinary approach, based on bibliographic review and analysis of legal and policy documents, with an illustrative empirical approximation drawn from a case study conducted in the Campo Grande district, in Campinas, São Paulo. The chapter argues that climate urgency gives new content to the socio-environmental function of property, giving rise to an adaptive social function of property, oriented towards the prevention, adaptation and mitigation of climate risks in urban territory. It further argues that environmental land regularization — by articulating land titling, urban qualification, drainage solutions expressly required by Federal Law No. 13,465/2017, and green infrastructure and nature-based solutions strategies — constitutes a concrete pathway for realizing this adaptive function in vulnerable territories. It concludes that, when guided by adequate urban, environmental and climate parameters, land regularization goes beyond the strict logic of land titling and consolidates itself as a strategic instrument of climate adaptation and climate justice, capable of contributing to the construction of more sustainable, resilient and socially just cities.

KEYWORDS

Climate urgency; Urban land regularization; Adaptive social function of property; Green infrastructure; Urban resilience.

INTRODUÇÃO

A urbanização brasileira foi construída sobre bases historicamente desiguais. Desde os mecanismos coloniais de distribuição territorial até a consolida-

ção da propriedade privada com a Lei de Terras de 1850, formou-se uma estrutura fundiária excludente cujos efeitos se projetaram sobre a produção do espaço urbano (Martins, 2010; Zeneratti, 2021). Ao longo do século XX, especialmente a partir da intensificação da urbanização, a ausência de políticas habitacionais e de planejamento territorial capazes de responder à crescente demanda por moradia impulsionou a expansão de assentamentos informais e a ocupação de áreas ambientalmente frágeis, como encostas e várzeas. Como resultado, a produção do espaço urbano passou a refletir e reproduzir desigualdades estruturais historicamente construídas no acesso à terra e à cidade (Maricato, 2000; Grostein, 2001; Acsehrad; Mello; Bezerra, 2009).

A esse quadro histórico soma-se, na atualidade, um elemento que o transforma qualitativamente: a urgência climática contemporânea. Inundações, enxurradas e deslizamentos têm se tornado mais frequentes e intensos no país e no mundo, afetando de forma desproporcional populações já em situação de vulnerabilidade socioeconômica (IPCC, 2022; Marengo et al., 2024). A mudança do clima deixou de ser projeção de longo prazo para se converter em realidade presente e urgente nas cidades brasileiras, e os chamados desastres urbanos revelam-se não apenas fenômenos naturais, mas eventos socialmente produzidos, resultantes da interação entre processos naturais e condições estruturais de vulnerabilidade social e territorial (Guimarães et al., 2025; Artaxo, 2020).

A distribuição desigual dos riscos climáticos evidencia, portanto, profunda assimetria na capacidade de resposta frente a eventos adversos: grupos socialmente vulneráveis, frequentemente localizados em assentamentos informais ou áreas ambientalmente sensíveis, apresentam menores condições de adaptação e recuperação, o que reforça ciclos persistentes de injustiça ambiental e climática (Acsehrad; Mello; Bezerra, 2009; Grostein, 2001). Assim, ao desafio histórico da política urbana em conferir regularização habitacional formal e infraestrutura digna aos moradores da cidade informal, soma-se o desafio atual de enfrentar, com urgência, os riscos climáticos que incidem com maior intensidade justamente sobre esses territórios (Kephart et al., 2025; Ermagun, Smith e Janatabadi, 2024).

Diante desse cenário, o direito urbanístico assume papel fundamental. A Constituição Federal de 1988 estabeleceu bases normativas importantes ao reconhecer a função social da propriedade (Brasil, 1988), e o Estatuto da Cidade consolidou diretrizes e instrumentos para uma gestão urbana mais democrática e socialmente justa (Brasil, 2001; Araújo, 2017; Maia, 2024). Mais recentemente, o emergente direito climático brasileiro, estruturado a partir da Política Nacional sobre Mudança do Clima (Brasil, 2009) e adensado pela Lei nº 14.904/2024 (Brasil, 2024), passou a exigir expressamente, em seu art. 7º, que a gestão do risco climático seja incorporada às políticas de desenvolvimento e de ordenamento territorial.

Dentre os instrumentos da política urbana, destaca-se a regularização fundiária urbana, mecanismo jurídico destinado à integração de assentamentos informais ao

ordenamento territorial das cidades, que deve envolver, mais do que a titulação da posse, a articulação de medidas jurídicas, urbanísticas, ambientais e sociais voltadas à inclusão territorial e à melhoria das condições de habitabilidade (Vianna, 2019; Araujo; Vieira; Farias, 2025). O debate tem avançado no sentido de superar a concepção centrada na dimensão dominial da propriedade: a valorização das dimensões urbanística e ambiental dos processos de regularização, aqui designada regularização fundiária ambiental, torna-se fundamental para contribuam efetivamente para a redução das vulnerabilidades socioambientais e para o enfrentamento da urgência climática contemporânea.

Partindo dessas premissas, o presente capítulo tem como objetivo analisar de que maneira os instrumentos da política urbana brasileira, especialmente a regularização fundiária urbana, podem ser mobilizados como respostas jurídicas à urgência climática contemporânea, com ênfase na relação entre regularização fundiária, função socioambiental da propriedade, em sua feição adaptativa, e justiça climática, em favor das populações urbanas mais expostas aos riscos.

Este capítulo é fruto da pesquisa de mestrado desenvolvida pela primeira autora no Programa de Pós-Graduação em Tecnologia (PPGT) da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), na área de concentração Ambiente e na linha de pesquisa de legislações e políticas públicas ambientais, sob orientação do segundo autor. A pesquisa de mestrado envolveu, além da fundamentação teórico-normativa aqui apresentada, estudo de caso no Distrito de Campo Grande, em Campinas/SP, demonstrando como as categorias jurídicas discutidas podem se operacionalizar em um território concreto.

Do ponto de vista metodológico, a pesquisa possui natureza qualitativa, exploratória e interdisciplinar, desenvolvida a partir de revisão bibliográfica e análise de documentos normativos relacionados ao direito urbanístico, ambiental, climático e à política urbana brasileira, bem como da interpretação dos dispositivos legais que estruturam a política urbana e climática no país. Justifica-se o trabalho pela necessidade de identificar contribuições concretas do direito para o enfrentamento da urgência climática contemporânea, especialmente em favor das populações urbanas mais vulnerabilizadas.

Para desenvolver essa discussão, o capítulo examina, inicialmente, a relação entre urbanização desigual, vulnerabilidade socioambiental e produção social dos desastres urbanos no contexto da urgência climática; em seguida, discute o papel do direito urbanístico e da função socioambiental da propriedade, sustentando a emergência de uma função social adaptativa; na sequência, analisa a regularização fundiária ambiental como instrumento de inclusão territorial e de enfrentamento da urgência climática; e, por fim, articula regularização fundiária, infraestrutura verde e soluções baseadas na natureza na construção de cidades resilientes, com aproximações ao caso do Distrito de Campo Grande, em Campinas/SP.

1. URBANIZAÇÃO DESIGUAL, VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL E DESASTRES SOCIALMENTE PRODUZIDOS

A urbanização brasileira consolidou-se por meio de um processo marcado por profundas desigualdades socioespaciais, resultado da combinação entre concentração fundiária histórica, expansão urbana acelerada e insuficiência de políticas públicas capazes de garantir acesso equitativo à terra, à moradia e à segurança. A produção do espaço urbano passou, assim, a reproduzir dinâmicas estruturais de exclusão, nas quais parte da população foi progressivamente deslocada para áreas periféricas ou ambientalmente frágeis, desprovidas de infraestrutura adequada (Maricato, 2000; Grostein, 2001).

Esse padrão de urbanização resulta na constituição de territórios caracterizados por múltiplas vulnerabilidades, nos quais precariedade habitacional, insuficiência de infraestrutura, ausência de serviços públicos adequados e localização em áreas ambientalmente sensíveis interagem e intensificam os riscos. A noção de vulnerabilidade socioambiental permite compreender que esses riscos não se distribuem de forma aleatória: eles tendem a se concentrar em territórios ocupados por populações socialmente mais fragilizadas, evidenciando uma relação direta entre desigualdade socioespacial e exposição a riscos ambientais. A vulnerabilidade urbana deve ser entendida, assim, como resultado de processos históricos de produção do espaço que combinam desigualdades sociais, precariedade urbana e fragilidade ambiental, envolvendo também fatores econômicos e institucionais que condicionam a exposição diferenciada da população (Alvim; Rubio; Bógus, 2020; Dosso; Pereira da Silva, 2023; Kephart et al., 2025; Maricato, 2000).

Nesse cenário, a ocupação de áreas suscetíveis a inundações e deslizamentos não pode ser compreendida apenas como resultado de fatores naturais ou de decisões individuais isoladas: embora associados a processos naturais, os impactos desses eventos são condicionados pela forma como o território urbano foi ocupado e estruturado ao longo do tempo. Os desastres urbanos devem ser analisados, assim, como desastres socialmente produzidos, resultantes da interação entre eventos naturais e condições estruturais de vulnerabilidade social e territorial (Slovic et al., 2024; Alvim; Rubio; Bógus, 2020).

Essa abordagem evidencia que a ocorrência e a intensidade dos desastres estão diretamente relacionadas à organização socioespacial do território: áreas com precariedade habitacional, infraestrutura insuficiente e ausência de planejamento tendem a sofrer impactos mais severos de eventos climáticos (Moroz; Thieken, 2024; Kephart et al., 2025). Estudos internacionais apontam, na mesma direção, que a exposição a inundações urbanas, associada à ausência de estruturas adequadas de abrigo e resposta, atinge de maneira desproporcional comunidades vulnerabilizadas (Ermagun; Smith; Janatabadi, 2024).

A urgência climática, contudo, não cria essas vulnerabilidades: ela as expõe, acelera e aprofunda. Segundo o IPCC (2022) e Marengo et al. (2024), alterações significativas nos regimes de precipitação e na frequência de eventos hidrometeorológicos vêm sendo registradas em diferentes regiões do mundo e do Brasil, ampliando o potencial de desastres em áreas urbanas densamente ocupadas. O episódio das chuvas e inundações que atingiram o Rio Grande do Sul em abril e maio de 2024, analisado como o maior desastre climático da história do país (Marengo et al., 2024), demonstrou de forma dramática que os impactos incidem desproporcionalmente sobre populações que já enfrentam condições precárias de infraestrutura, moradia e serviços urbanos e que a janela temporal para respostas estruturais é cada vez mais estreita.

Nesse sentido, a vulnerabilidade urbana não se limita à exposição física ao risco: grupos socialmente vulneráveis dispõem de menores recursos para prevenir danos, adaptar-se e recuperar-se após desastres, o que exige considerar, na análise, as desigualdades socioespaciais que condicionam a capacidade diferenciada de resposta frente aos riscos climáticos (Slovic et al., 2024; Kephart et al., 2025).

O enfrentamento dessas vulnerabilidades não pode se limitar, assim, a respostas emergenciais ou a intervenções pontuais: trata-se de desafio estrutural, que exige articulação entre planejamento territorial, políticas públicas urbanas e instrumentos jurídicos capazes de enfrentar as desigualdades que produzem a exposição diferenciada aos riscos e de refletir sobre como os instrumentos da política urbana podem responder à urgência climática atual.

2. DIREITO URBANÍSTICO, FUNÇÃO SOCIOAMBIENTAL DA PROPRIEDADE E A EMERGÊNCIA DE UMA FUNÇÃO SOCIAL ADAPTATIVA

A Constituição Federal de 1988 representou um marco na redefinição jurídica do direito de propriedade no Brasil. Ao incorporar expressamente o princípio da função social da propriedade e ao instituir a política urbana nos artigos 182 e 183, o texto constitucional rompeu com a concepção da propriedade como direito absoluto, condicionando-a a finalidades coletivas relacionadas à organização da cidade, ao bem-estar social e ao equilíbrio ambiental (Brasil, 1988); o exercício da propriedade passa, assim, a integrar um regime jurídico orientado pelo interesse coletivo e pela ordenação territorial (Silva, 2012; Friendly, 2020).

Essa mudança de paradigma implica reconhecer que o uso da propriedade deve atender a critérios que ultrapassam a esfera individual do proprietário: o direito de usar, gozar e dispor do bem permanece assegurado, mas condicionado ao cumprimento de finalidades públicas relacionadas ao bem comum, à justiça social e à adequada organização do território (Fernandes, 2007; Silva, 2012).

A regulamentação desses princípios foi consolidada pelo Estatuto da Cidade (Lei nº 10.257/2001), que estabeleceu as diretrizes gerais da política urbana brasileira e instituiu instrumentos destinados à gestão democrática das cidades, à ampliação do acesso à terra urbanizada e à realização do direito à cidade, atribuindo ao planejamento urbano papel central na organização do território (Brasil, 2001; Fernandes, 2007; Camargo, 2023).

A evolução do direito urbanístico também ampliou a compreensão acerca das dimensões que compõem a função social da propriedade, que deve assegurar concomitantemente uma dimensão individual, relacionada à fruição econômica do bem, e uma dimensão coletiva, que subordina seu uso às exigências ecológicas e urbanísticas da coletividade, manifestando-se, assim, nas dimensões econômica, social, urbanística e ambiental (Araújo, 2017; Friendly, 2020).

Amparada pelo artigo 225 da Constituição Federal, que consagra o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, e reforçada pelo § 1º do artigo 1.228 do Código Civil, que vincula o exercício da propriedade às suas finalidades econômicas e sociais e à preservação do equilíbrio ecológico (Brasil, 1988; Brasil, 2002), a dimensão ambiental evidencia que o exercício da propriedade não pode ocorrer de forma dissociada das consequências ambientais da ocupação e utilização do solo (Carvalho, 2018; Araújo, 2017).

A incorporação da dimensão ambiental ao conteúdo da função social, consolidando a função socioambiental da propriedade, evidencia que o uso da propriedade urbana envolve não apenas direitos, mas também deveres relacionados à preservação das condições ambientais do território e à prevenção de impactos decorrentes da ocupação inadequada do solo, integrando a propriedade à gestão territorial (Fernandes, 2007; Torres; Lehfeld, 2021).

A urgência climática confere a essa construção renovada densidade normativa. O direito climático brasileiro, inaugurado pela Política Nacional sobre Mudança do Clima (Lei nº 12.187/2009) e adensado pela Lei nº 14.904/2024, determina expressamente que a identificação de vulnerabilidades e a gestão do risco climático sejam levadas em consideração nas políticas setoriais e nas políticas de desenvolvimento e de ordenamento territorial (Brasil, 2009; Brasil, 2024): o próprio ordenamento passou a exigir que o planejamento do território, e o regime jurídico da propriedade que o estrutura, internalize o risco climático como variável obrigatória de decisão.

É nesse contexto normativo que se sustenta, neste capítulo, a emergência de uma função social adaptativa da propriedade: um desdobramento da função socioambiental segundo o qual o exercício da propriedade urbana deve contribuir ativamente para a prevenção, a adaptação e a mitigação dos riscos e efeitos das mudanças climáticas nas cidades, com especial atenção às populações mais vulnerabilizadas, com fundamento nos artigos 182 e 225 da Constituição Federal, no § 1º do artigo

1.228 do Código Civil e nas diretrizes do direito climático (Brasil, 1988; Brasil, 2002; Brasil, 2009; Brasil, 2024). Sob essa leitura, o cumprimento da função social deixa de se limitar à abstenção de danos ambientais e passa a explorar condutas positivas de adaptação territorial.

Na prática, a função social adaptativa manifesta-se em duas escalas complementares. Na escala do lote, traduz-se em deveres como a manutenção de índices adequados de permeabilidade do solo, a preservação de áreas vegetadas, a adoção de soluções de retenção e infiltração de águas pluviais e a não ocupação de faixas de risco e de áreas de preservação permanente urbanas. Na escala da cidade, realiza-se por meio dos instrumentos de planejamento e gestão territorial, em especial o plano diretor, o zoneamento e os processos de regularização fundiária, que permitem orientar o uso e a ocupação do solo em compatibilidade com as fragilidades físicas e ambientais do território, funcionando como vetores de concretização do estado socioambiental de direito (Torres; Lehfeld, 2021; Dadashpoor; Sajadi, 2024).

A operacionalização dessa função social adaptativa pode ser ilustrada pelo estudo de caso desenvolvido na dissertação que dá origem a este capítulo, no Distrito de Campo Grande, em Campinas/SP, território marcado pela expansão urbana periférica, pela presença de núcleos urbanos informais e pela recorrência de eventos hidrológicos adversos. O distrito, segundo mais populoso de Campinas, abriga cerca de 125 mil habitantes em 51,19 km² e está integralmente inserido na Bacia Hidrográfica do Rio Capivari (sistema PCJ), sendo atravessado por três microbacias, sendo o Trecho Central e Trecho Oeste do Rio Capivari e Foz do Córrego do Piçarrão, que concentram áreas densamente urbanizadas, com significativa impermeabilização do solo, ocupação de fundos de vale e de planícies de inundação e histórico reiterado de alagamentos em bairros como Jardim Florence, Satélite Íris, Parque Valença e Jardim Bassoli (Dornela, 2026). Nesse contexto, cumprir a função social adaptativa significa, concretamente, que lotes, glebas e áreas públicas desse território devem ser usados e ocupados de modo a contribuir para a gestão das águas pluviais e para a redução dos riscos hidrológicos que atingem a comunidade, por exemplo, mediante a preservação e a recuperação das planícies de inundação e dos fundos de vale associados ao Córrego do Piçarrão, principal eixo de vulnerabilidade hidrológica do distrito, cujas áreas de proteção se encontram fortemente ocupadas, com redução significativa da capacidade natural de absorção e amortecimento das vazões de cheia (Dornela, 2026).

3. REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA AMBIENTAL COMO INSTRUMENTO DE INCLUSÃO TERRITORIAL E DE ENFRENTAMENTO DA URGÊNCIA CLIMÁTICA

A presença de assentamentos informais constitui traço persistente da urbanização brasileira, associado a processos históricos de exclusão no acesso à terra ur-

banizada e à insuficiência de políticas habitacionais; nesse cenário, a regularização fundiária urbana constitui importante instrumento jurídico de integração desses territórios ao ordenamento urbano formal (Maricato, 2000; Araujo; Vieira; Farias, 2025).

No âmbito da política urbana brasileira, a regularização fundiária não deve se limitar à titulação da posse: deve ser tratada como processo amplo, que articula medidas jurídicas, urbanísticas, ambientais e sociais destinadas à melhoria das condições de habitabilidade e à inclusão territorial de populações historicamente marginalizadas do planejamento urbano (Fernandes, 2007; Vianna, 2019).

A institucionalização mais recente desse instrumento ocorreu com a Lei nº 13.465/2017, que instituiu a Regularização Fundiária Urbana (Reurb), definida como o conjunto de medidas jurídicas, urbanísticas, ambientais e sociais destinadas à incorporação de núcleos urbanos informais ao ordenamento territorial urbano e à titulação de seus ocupantes, em duas modalidades principais: a Reurb de interesse social (Reurb-S), voltada às populações de baixa renda, e a Reurb de interesse específico (Reurb-E), aplicável às demais situações de informalidade fundiária (Brasil, 2017).

Importante destacar que a própria arquitetura normativa da Reurb já contém elementos de nítida vocação adaptativa. O artigo 35, inciso VI, da Lei nº 13.465/2017 exige que o projeto de regularização fundiária contenha proposta de soluções para questões ambientais, urbanísticas e de reassentamento dos ocupantes, quando for o caso; e o artigo 36, § 1º, inciso IV, inclui expressamente as soluções de drenagem, quando necessárias, no rol da infraestrutura essencial que deve acompanhar o projeto urbanístico de regularização (Brasil, 2017). Em um cenário de intensificação de eventos hidrometeorológicos extremos, tais dispositivos deixam de ser exigências meramente formais e passam a constituir a porta de entrada normativa da adaptação climática nos processos de regularização. É precisamente essa leitura, que articula titulação, qualificação urbanística e enfrentamento das condicionantes ambientais e climáticas do território, que se designa, neste capítulo, como regularização fundiária ambiental.

Para além de seu caráter jurídico-dominial, a regularização fundiária assume relevância no enfrentamento das desigualdades territoriais produzidas pela urbanização brasileira: ao integrar assentamentos informais à estrutura urbana, possibilita melhorias urbanísticas, ampliação do acesso à infraestrutura e reorganização do uso e ocupação do solo, transformando territórios marcados por precariedade em espaços com melhores condições de habitabilidade (Dosso; Pereira da Silva, 2023; Melo et al., 2026).

Sob essa perspectiva, a regularização fundiária ambiental adquire especial relevância onde a informalidade se sobrepõe à fragilidade ambiental e à exposição a riscos climáticos: a integração do núcleo informal ao ordenamento territorial deve

considerar as características físicas, urbanísticas e ambientais da área, compatibilizando permanência, segurança e qualidade urbana, de modo que a Reurb funcione como instrumento de qualificação territorial, e não apenas de reconhecimento jurídico da ocupação existente (Alvim; Rubio; Bógus, 2020; Araujo; Vieira; Farias, 2025).

Essa compreensão é particularmente importante porque, em muitos casos, os assentamentos informais acumulam, além da irregularidade fundiária, déficit de infraestrutura, insuficiência de equipamentos públicos, inadequação do uso do solo e inserção em áreas sujeitas a eventos adversos. Nessas circunstâncias, a regularização somente cumpre de forma ampla a sua finalidade quando associada a medidas capazes de enfrentar essas precariedades de maneira articulada, contribuindo efetivamente para a melhoria da habitabilidade e para a redução de vulnerabilidades territoriais (Grostein, 2001; Melo et al., 2026).

Além disso, a consideração das condicionantes ambientais no processo de regularização permite identificar situações em que intervenções de adaptação, mitigação ou readequação do uso do solo se tornam necessárias, conduzindo o processo de forma compatível com as limitações físicas do território, reduzindo a exposição das populações a eventos adversos e realizando, no plano concreto, a função social adaptativa da propriedade discutida na seção anterior (Carvalho, 2018; Torres; Lehfeld, 2021).

4. REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA, ADAPTAÇÃO CLIMÁTICA E CIDADES RESILIENTES: APROXIMAÇÕES A PARTIR DO CASO DO DISTRITO DE CAMPO GRANDE (CAMPINAS/SP)

A complexidade das vulnerabilidades socioambientais e climáticas presentes nas cidades brasileiras exige que os processos de regularização fundiária sejam compreendidos para além de sua dimensão jurídico-dominial: o reconhecimento da posse e a titulação, isoladamente, mostram-se insuficientes para enfrentar os múltiplos desafios associados à precariedade urbana e à exposição a riscos (Alvim; Rubio; Bógus, 2020; Dosso; Pereira da Silva, 2023).

A própria estrutura normativa da Reurb permite essa ampliação interpretativa: ao defini-la como conjunto de medidas jurídicas, urbanísticas, ambientais e sociais, a Lei nº 13.465/2017 abre espaço para que o processo seja conduzido de forma articulada com o planejamento urbano e a gestão ambiental, incorporando diagnósticos territoriais, avaliação das condições ambientais da área e intervenções voltadas à melhoria da infraestrutura e à adequação do uso do solo (Brasil, 2017; Vianna, 2019; Araujo; Vieira; Farias, 2025).

Nessa perspectiva, o potencial da Reurb no enfrentamento da urgência climática reside em sua capacidade de associar permanência urbana e qualificação territorial:

em assentamentos marcados por fragilidade ambiental e déficit de infraestrutura, a regularização pode orientar intervenções concretas, como a reorganização do traçado urbano; adequação do uso do solo; melhoria dos sistemas de drenagem; implantação de infraestrutura básica, que reordenam o território em compatibilidade com suas condicionantes físicas e ambientais, reduzindo riscos e tornando a permanência da população mais segura (Alvim; Rubio; Bógus, 2020; Melo et al., 2026).

Ao considerar as características ambientais e urbanísticas das áreas ocupadas, a regularização fundiária integra o planejamento urbano a estratégias de adaptação territorial: medidas voltadas à gestão adequada das águas pluviais, à melhoria da infraestrutura e à reorganização do uso do solo mitigam impactos de eventos hidrometeorológicos adversos, reduzindo danos e ampliando a capacidade adaptativa dos territórios urbanos (Slovic et al., 2024; Marengo et al., 2024).

Essa perspectiva se relaciona diretamente com o debate sobre resiliência urbana, compreendida como a capacidade de territórios e populações de antecipar, responder e se recuperar de situações adversas. Em cidades marcadas pela urbanização desigual, essa capacidade é profundamente condicionada pelas condições territoriais em que vivem as populações mais vulneráveis. Ao promover melhorias estruturais em assentamentos informais e orientar a ocupação de forma compatível com as características ambientais do território, a regularização fundiária amplia essa capacidade de resposta e fortalece a segurança socioambiental das cidades (Dosso; Pereira da Silva, 2023; Alvim; Rubio; Bógus, 2020).

Com isso em mente, soluções baseadas na natureza (SbN) e estratégias de infraestrutura verde podem ser compreendidas como recursos territoriais especialmente compatíveis com essa leitura ampliada da regularização fundiária, sob a ótica da função social adaptativa da propriedade. Por prestarem serviços ecossistêmicos de regulação hidrológica e microclimática, essas soluções contribuem para a gestão das águas pluviais e para a redução de impactos de eventos hidrometeorológicos extremos, especialmente em áreas marcadas por impermeabilização excessiva, drenagem insuficiente e fragilidade ambiental (Hansen; Pauleit, 2014; Meerow; Newell, 2017; Moroz; Thieken, 2024). Cabe registrar que a própria Lei nº 14.904/2024 incentiva expressamente a adoção de soluções baseadas na natureza no âmbito das estratégias de adaptação à mudança do clima (Brasil, 2024).

O estudo de caso desenvolvido na dissertação que origina este capítulo, no Distrito de Campo Grande, em Campinas/SP, permite exemplificar esse potencial. O diagnóstico territorial desenvolvido na pesquisa, a partir da integração de dados públicos e de produtos cartográficos oficiais, evidenciou que os núcleos de regularização fundiária do distrito, sobretudo os de interesse social (Reurb-S), se sobrepõem aos principais eixos de drenagem natural, com destaque para o Córrego do Piçarrão e seus afluentes, ocupando terrenos de baixa declividade característicos de várzeas e planícies de inundação que, em condições naturais, desempenhariam funções es-

senciais de retenção e infiltração das águas pluviais (Dornela, 2026). A partir desse diagnóstico, tipologias de infraestrutura verde e de SbN mostram-se aplicáveis aos processos de regularização e qualificação do território: jardins de chuva e biovaletas ao longo do sistema viário; pavimentos permeáveis em vias locais e áreas públicas; bacias e praças de detenção vegetadas; recuperação e revegetação de fundos de vale e de áreas de preservação permanente urbanas, convertidos em parques lineares; e ampliação da arborização urbana (Dornela, 2026). Incorporadas ao projeto urbanístico de regularização, inclusive por força das exigências dos artigos 35, VI, e 36, § 1º, IV, da Lei nº 13.465/2017 (Brasil, 2017), tais soluções convertem a Reurb em vetor concreto de adaptação climática de comunidades que vivem na informalidade territorial.

Essa leitura encontra respaldo, ainda, em recentes avanços da política ambiental brasileira. A Resolução CONAMA nº 511/2025 reforça a incorporação de diretrizes de justiça climática e de enfrentamento ao racismo ambiental na formulação de políticas públicas, estabelecendo que as estratégias de adaptação devem priorizar a dignidade humana, a função social da propriedade e a proteção de grupos historicamente vulnerabilizados (Brasil, 2025). Ao reconhecer que os impactos climáticos incidem de forma desigual sobre territórios e populações, a norma endossa normativamente a compreensão da regularização fundiária como instrumento de política pública territorial e promotor de justiça climática, capaz de integrar prevenção de desastres hidrológicos, planejamento urbano e participação social e de interromper ciclos históricos de invisibilidade e vulnerabilidade de comunidades informais.

CONCLUSÕES

A análise desenvolvida evidencia que a urgência climática contemporânea encontra, nas cidades brasileiras, um território já profundamente marcado por desigualdades históricas no acesso à terra e à moradia. Os desastres urbanos que se intensificam não são fenômenos exclusivamente naturais, mas eventos socialmente produzidos, cuja gravidade decorre da sobreposição entre eventos extremos e vulnerabilidades estruturais construídas por mais de um século de urbanização excludente; enfrentar a urgência climática nas cidades exige, portanto, enfrentar as desigualdades territoriais que a tornam mais letal para uns do que para outros.

O direito urbanístico brasileiro dispõe de fundamentos sólidos para essa tarefa, mas eles precisam ser relidos à luz do risco climático. A principal contribuição teórica deste capítulo consiste em sustentar que a função socioambiental da propriedade, construída a partir dos artigos 182 e 225 da Constituição Federal e do § 1º do artigo 1.228 do Código Civil, adquire, no contexto do direito climático nacional, uma feição adaptativa: a função social adaptativa da propriedade, pela qual o exercício da propriedade urbana deve contribuir ativamente para a prevenção, a adaptação e a mitigação dos riscos climáticos, em especial nos territórios ocupados por popula-

ções vulnerabilizadas. A Lei nº 14.904/2024, ao exigir a incorporação da gestão do risco climático ao ordenamento territorial, confere a essa leitura suporte normativo expresso e atual.

No plano instrumental, demonstrou-se que a regularização fundiária urbana constitui via privilegiada de operacionalização dessa função adaptativa: a Lei nº 13.465/2017, ao definir a Reurb como conjunto de medidas jurídicas, urbanísticas, ambientais e sociais e ao exigir do projeto de regularização propostas de soluções ambientais e de drenagem, já contém a base normativa daquilo que aqui se designou regularização fundiária ambiental como um processo que articula titulação, qualificação urbanística e enfrentamento das condicionantes ambientais e climáticas do território, indo muito além do registro cartorial da propriedade.

A aproximação empírica ao caso do Distrito de Campo Grande, em Campinas/SP, indica que a incorporação de estratégias de infraestrutura verde e de soluções baseadas na natureza aos processos de regularização é tecnicamente viável e juridicamente amparada, convertendo exigências legais de drenagem e de soluções ambientais em oportunidades concretas de adaptação climática para comunidades. O caso confirmou empiricamente a sobreposição entre áreas de regularização fundiária, vulnerabilidade social, proximidade de cursos d'água, baixa declividade e recorrência de eventos hidrológicos e indicou que a regularização limitada à titulação tende a estabilizar juridicamente territórios que permanecem fisicamente vulneráveis, ao passo que o reconhecimento das infraestruturas verdes como equipamento urbano essencial amplia a própria interpretação da Lei nº 13.465/2017 (Dornela, 2026).

Verifica-se, ainda, uma convergência normativa recente que fortalece essa agenda: a Lei nº 14.904/2024, ao incentivar soluções baseadas na natureza e determinar a internalização do risco climático no ordenamento territorial, e a Resolução CONAMA nº 511/2025, ao incorporar diretrizes de justiça climática às políticas públicas, sinalizam que o ordenamento brasileiro passou a exigir, e não apenas permitir, que os instrumentos urbanísticos sejam mobilizados em favor da adaptação climática das populações mais vulneráveis.

Conclui-se, assim, que a regularização fundiária ambiental, orientada pela função social adaptativa da propriedade, oferece resposta jurídica concreta ao desafio central desta obra: o enfrentamento da urgência climática contemporânea. Ao transformar territórios historicamente vulnerabilizados em espaços mais seguros, permeáveis e integrados à cidade formal, esse instrumento consolida-se como braço estratégico da política de desenvolvimento urbano e mecanismo de promoção simultânea de inclusão territorial, justiça climática e resiliência urbana, contribuindo para a construção de cidades mais sustentáveis, resilientes e socialmente justas.

REFERÊNCIAS

ACSELRAD, H.; MELLO, C. C. do A.; BEZERRA, G. das N.. O que é justiça ambiental. Rio de Janeiro: Garamond, 2009. 160 p.

ALVIM, A. T. B.; RUBIO, V. M.; BÓGUS, L. M. M.. Conflicts, vulnerable areas and sustainability in São Paulo Macrometropolis. *Ambiente & Sociedade*, São Paulo, v. 23, e0133, p. 1-20, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/1809-4422aso-c20190133r1vu2020L2DE>.

ARAÚJO, G. M.. Função ambiental da propriedade: uma proposta conceitual. *Revista Veredas do Direito*, Belo Horizonte, v. 14, n. 28, p. 251-276, jan./abr. 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.18623/rvd.v14i28.985>.

ARAUJO, J. M.; VIEIRA, A. H.; FARIAS, T.. Regularização fundiária urbana: reflexões sobre sua potencialidade enquanto política de desenvolvimento urbano e humano. *Veredas do Direito: Direito Ambiental e Desenvolvimento Sustentável*, Belo Horizonte, v. 22, e2822, 2025. DOI: 10.18623/rvd.v22.2822.

BRASIL. [Constituição (1988)]. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Brasília, DF: Presidência da República, [2026]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 14 jul. 2026.

BRASIL. Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências (Estatuto da Cidade). Brasília, DF: Presidência da República, 2001. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm. Acesso em: 14 jul. 2026.

BRASIL. Lei nº 10.406, de 10 de janeiro de 2002. Institui o Código Civil. Brasília, DF: Presidência da República, 2002. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/l10406compilada.htm. Acesso em: 14 jul. 2026.

BRASIL. Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2009. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l12187.htm. Acesso em: 14 jul. 2026.

BRASIL. Lei nº 13.465, de 11 de julho de 2017. Dispõe sobre a regularização fundiária rural e urbana [...] e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2017. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/l13465.htm. Acesso em: 14 jul. 2026.

BRASIL. Lei nº 14.904, de 27 de junho de 2024. Estabelece diretrizes para a elaboração de planos de adaptação à mudança do clima; altera a Lei nº 12.114, de 9 de dezembro de 2009; e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2024. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2024/lei/114904.htm. Acesso em: 14 jul. 2026.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução nº 511, de 16 de janeiro de 2025**. Estabelece princípios e diretrizes para a incorporação da justiça climática e do combate ao racismo ambiental no âmbito do SISNAMA. Brasília, DF: CONAMA, 2025.

CAMARGO, L. H. R.. Espaço-tempo e evolução, o Estatuto da Cidade, Lei 10.257, de 10 de julho de 2001: repensando o plano diretor. *Revista de Direito da Cidade*, Rio de Janeiro, v. 15, n. 1, p. 308-333, 2023. DOI: <https://doi.org/10.12957/rdc.2023.61225>.

CARVALHO, D. W.de. A função ambiental da propriedade: caráter conceitual para a modulação de conflitos socioambientais. *Revista de Direito da Cidade*, Rio de Janeiro, v. 10, n. 3, p. 1546-1568, 2018. DOI: <https://doi.org/10.12957/rdc.2018.33089>.

DADASHPOOR, H.; SAJADI, A.. Principles of just urban land use planning. *Land Use Policy*, [s. l.], v. 141, 107132, jun. 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2024.107132>.

DORNELA, B. L. D. de S.. Lei n.º 13.465/2017 (Reurb) e o potencial das infraestruturas verdes na prevenção de desastres hidrológicos: caso de estudo no Distrito de Campo Grande, Campinas/SP. 2026. 138 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia) – Faculdade de Tecnologia, Universidade Estadual de Campinas, Limeira, 2026.

DOSSO, T. C.; PEREIRA DA SILVA, J. M.. Informalidade urbana, direito à moradia e regularização fundiária e urbanística: desdobramentos da crise emergencial. *Revista de Direito da Cidade*, [s. l.], v. 15, n. 3, p. 1011-1038, 2023. DOI: [10.12957/rdc.2023.63077](https://doi.org/10.12957/rdc.2023.63077).

ERMAGUN, A.; SMITH, V.; JANATABADI, F. High urban flood risk and no shelter access disproportionately impacts vulnerable communities in the USA. *Communications Earth & Environment*, [s. l.], v. 5, n. 2, p. 1-8, 2 jan. 2024. DOI: <https://doi.org/10.1038/s43247-023-01165-x>.

FERNANDES, E.. Implementing the urban reform agenda in Brazil. *Environment and Urbanization*, [s. l.], v. 19, n. 1, p. 177-189, abr. 2007. DOI: <https://doi.org/10.1080/09595830701431165>.

org/10.1177/0956247807076724.

FRIENDLY, A.. The place of social citizenship and property rights in Brazil's 'right to the city' debate. *Social Policy and Society*, [s. l.], v. 19, n. 2, p. 307-318, abr. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1017/S1474746419000435>.

GROSTEIN, M. D.. Metrópole e expansão urbana: a persistência de processos "insustentáveis". *São Paulo em Perspectiva*, São Paulo, v. 15, n. 1, p. 13-19, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-88392001000100003>.

GUIMARÃES, D. F. da Silva; ALVES, T. C. V.; LOPES, M. C.; TEIXEIRA, S. da S.; NASCIMENTO, A. S. do; CRUZ, L. R.. Climate change and the adaptive adjustments of traditional extractive communities in the Médio Juruá territory, Central Amazon. *Sustentabilidade em Debate*, Brasília, v. 16, n. 3, 2025. DOI: <https://doi.org/10.18472/SustDeb.v16n2.2025.58115>.

HANSEN, R.; PAULEIT, S.. From multifunctionality to multiple ecosystem services? A conceptual framework for multifunctionality in green infrastructure planning for urban areas. *Ambio*, [s. l.], v. 43, n. 4, p. 516-529, maio 2014. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13280-014-0510-2>.

IPCC. Climate Change 2022: impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge; New York: Cambridge University Press, 2022. 3056 p. DOI: 10.1017/9781009325844.

KEPHART, J. L.; BILAL, U.; GOUVEIA, N.; SARMIENTO, O. L.; SHINGARA, E.; MORENO, K. R.; BAKHTSIYARAVA, M.; RODRIGUEZ, J. P.; AYALA, S.; CARRASCO-ESCOBAR, G.; DIEZ ROUX, A. V.. Social disparities in neighborhood flood exposure in 44,698 urban neighborhoods in Latin America. *Nature Cities*, [s. l.], v. 2, n. 2, p. 246-253, 10 fev. 2025. DOI: <https://doi.org/10.1038/s44284-025-00203-3>.

MAIA, R. R.. Políticas públicas, inovação tecnológica e engajamento social: comparando estratégias de acessibilidade urbana em Seattle/EUA e Natal/RN. 2024. 177 f. Tese (Doutorado em Ciências Sociais) – Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2024. Disponível em: https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/60916/1/PoliticaspUBLICASinovacao_Maia_2024.pdf. Acesso em: 27 abr. 2025.

MARENGO, J. A.; DOLIF, G.; CUARTAS, A.; CAMARINHA, P.; GONÇALVES, D.; LUIZ, R.; SILVA, L.; ALVALA, R. C. dos S.; SELUCHI, M. E.; MORAES, O. L.; SOARES, W. R.; NOBRE, C. A.. O maior desastre climático do Brasil: chuvas e inundações no estado do Rio Grande do Sul em abril-maio 2024.

Estudos Avançados, São Paulo, v. 38, n. 112, set./dez. 2024. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0103-4014.202438112.012>.

MARICATO, E.. Urbanismo na periferia do mundo globalizado: metrópoles brasileiras. São Paulo em Perspectiva, São Paulo, v. 14, n. 4, out. 2000. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-88392000000400004>.

MARTINS, J. de S.. O cativo da terra. 9. ed. São Paulo: Contexto, 2010. 282 p. ISBN 9788572444583.

MEEROW, S.; NEWELL, J. P. Spatial planning for multifunctional green infrastructure: growing resilience in Detroit. Landscape and Urban Planning, [s. l.], v. 159, p. 62-75, mar. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2016.10.005>.

MELO, A. C. C. de; OUTEIRO, G. M.; FERNANDES, P. C. A.; REDÓN, S. M.; GUMIERO, R. G.. A informalidade urbana e a institucionalização de ações de regularização fundiária em Núcleos Urbanos Informais no Sudeste do Pará. Revista de Direito da Cidade, [s. l.], v. 17, n. 3, p. 439-464, 2026. DOI: [10.12957/rdc.2025.73332](https://doi.org/10.12957/rdc.2025.73332).

MOROZ, C. B.; THIEKEN, A. H. Urban growth and spatial segregation increase disaster risk: lessons learned from the 2023 disaster on the North Coast of São Paulo, Brazil. Natural Hazards and Earth System Sciences, [s. l.], v. 24, n. 9, p. 3299-3314, 27 set. 2024. DOI: <https://doi.org/10.5194/nhess-24-3299-2024>.

SILVA, J. A. da. Direito urbanístico brasileiro. 7. ed. São Paulo: Malheiros Editores, 2012.

SLOVIC, A. D.; INDVIK, K.; MARTINS, L. S.; KEPHART, J. L.; SWANSON, S.; QUISTBERG, D. A.; MORAN, M.; BAKHTSIYARAVA, M.; ZAVALA-CORTIJO, C.; GOUVEIA, N.; DIEZ ROUX, A. V.. Climate hazards in Latin American cities: understanding the role of the social and built environments and barriers to adaptation action. Climate Risk Management, [s. l.], v. 45, 100625, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.crm.2024.100625>.

TORRES, J. C.; LEHFELD, L. de S.. O plano diretor como instrumento de construção do estado socioambiental de direito ante a função social e ambiental da propriedade. Revista de Direito da Cidade, Rio de Janeiro, v. 13, n. 1, p. 556-583, 2021. DOI: <https://doi.org/10.12957/rdc.2021.50345>.

VIANNA, A. N.. Lei Federal nº 13.465/2017: regularização fundiária urbana ou política de registro de propriedade em massa. Revista Brasileira de Direito Urbanístico – RBDU, Belo Horizonte, v. 5, n. 8, p. 25-62, 2019. Disponível em:

<https://biblioteca.ibdu.org.br/direitourbanistico/article/view/620>. Acesso em:
11 dez. 2025.

ZENERATTI, F. L.. O acesso à terra no Brasil: reforma agrária e regularização fundiária. *Revista Katálysis*, Florianópolis, v. 24, n. 3, p. 564-575, set. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/1982-0259.2021.e79558>.

OS ROYALTIES DA MINERAÇÃO E OS MUNICÍPIOS DO OESTE DO PARÁ: INDEPENDÊNCIA ECONÔMICA E EMERGÊNCIAS

Laura de Nazaré Rocha Andrade¹

RESUMO

No Brasil, o setor mineral, além dos já conhecidos minérios e minerais, que são objeto frequente de exploração, comercialização e industrialização, ganha relevância com a transição energética e com o desenvolvimento de tecnologias de baixo carbono, onde se inserem os minerais que desempenham papel estratégico como os denominados terras raras. Embora os minérios sejam fundamentais para a indústria e para o desenvolvimento do país, todo o processo de mineração deve atender leis, normas e práticas de gestão ambiental responsáveis. Nesse cenário, existe uma contrapartida que decorre do aproveitamento dos recursos minerais, que é a Compensação Financeira pela Exploração dos Recursos Minerais-CFEM, ela é devida ao proprietário do solo e do subsolo de onde é retirada a substância mineral. No entanto, nem sempre existe fiscalização quanto ao emprego desses recursos pelas prefeituras, e em geral é incluído em um caixa único, o qual, nem sempre é submetido a fiscalização. Esta é uma não conformidade do emprego de um valor representativo, que decorre do aproveitamento de um bem não renovável e que envolve a alteração da vida de pessoas, comunidades e do meio ambiente. O estado do Pará, segundo maior estado produtor mineral, possui municípios que já apresentam conformidade com os preceitos legais, alguns estão em processo de adequação e outros precisam atingir um patamar mínimo de conformidade e transparência. Nesse sentido, cumpre apontar que os municípios do oeste do Estado se encontram na última opção, em especial quanto a transparência da aplicação da CFEM, mas indicam que seguirão no sentido de atingir o mínimo de conformidade. Além do que foi apontado, cumpre ainda observar que a CFEM é renda que pode ser empregada para a adaptação e mitigação climática nos municípios mineradores, o que permitirá a resiliência desses municípios a emergências climáticas.

PALAVRAS-CHAVE

Mineração; Meio Ambiente; CFEM; Amazônia; Urgência climática.

¹ Doutora e Mestra em Direito Ambiental Internacional pela Universidade Católica de Santos. Especialista em Direito Ambiental pela PUC/SP. Integrante do Grupo de Pesquisa Energia e Meio Ambiente da Universidade Católica de Santos. E-mail: laura.andrade@unisantos.br.

ABSTRACT

In Brazil, the mining sector beyond the well-known ores and minerals frequently subject to exploration, trade, and industrial processing is gaining importance due to the energy transition and the development of low carbon technologies; this includes minerals that play a strategic role, such as rare earth elements. Although ores are fundamental to industry and national development, the entire mining process must comply with laws, regulations, and responsible environmental management practices. In this context, the utilization of mineral resources entails a specific financial obligation, the Financial Compensation for the Exploitation of Mineral Resources (CFEM), which is payable to the owner of the land and subsoil from which the mineral substance is extracted. However, municipal use of these funds is not always subject to oversight, the money is generally deposited into a single treasury account that is not always audited. This represents a failure to properly manage significant funds derived from the exploitation of a non-renewable resource a process that impacts the lives of individuals and communities, as well as the environment. The state of Para Brazil's second largest mineral producer includes municipalities that already comply with legal requirements, others that are in the process of aligning with them, and some that still need to reach a minimum threshold of compliance and transparency. Notably, municipalities in the western part of the state fall into the latter category particularly regarding transparency in the use of CFEM funds though they are already signaling an intent to achieve minimum compliance. Furthermore, it is worth noting that CFEM revenue can be utilized for climate adaptation and mitigation in mining municipalities, thereby fostering resilience against climate related disasters.

KEYWORDS

Mining; Environment; CFEM; Amazon; Climate emergency.

INTRODUÇÃO

A relevância do setor mineral no Brasil é demonstrada por meio do seu faturamento, no ano de 2025 foi de R\$ 298,8 bilhões de reais. Para o quadriênio 2024/2028, prevê um investimento de R\$ 319 bilhões de reais (IBRAM, 2026, p.1, a). Já a arrecadação da CFEM de 2025 foi de 7,9 bilhões de reais (IBRAM, 2026, p.1, b). Com base nessa estimativa pode-se aferir que a atividade mineral é uma importante fonte de receita para todos os envolvidos, quer sejam governos, mineradoras ou para os moradores dos municípios que recebem a Compensação Financeira pela Exploração Mineral (CFEM).

A Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 (CRFB/88) determina no inciso IX do artigo 20, que os recursos minerais são bens da União, incluindo os do subsolo, e estabelece no parágrafo 1º, do mesmo artigo, que o produtor mineral, ao apropriar-se de um bem ambiental não renovável, por determinação legal, é obrigado a repassar a entes públicos União, Estados, Distrito Federal e Municípios, valores decorrentes da sua produção, o que não se confunde com a realização e o cumprimento dos estudos ambientais como o Licenciamento Ambiental.

No entanto, existem fatores que impõem obstáculos ao correto cálculo das receitas, como a escassez de agentes da Agência Nacional de Mineração (ANM), que é a agência responsável para realizar a fiscalização da produção e a fiscalização da aplicação, conforme preceitos estabelecidos na Lei nº 13.540, de 18 de dezembro de 2017.

A ANM pontua, entre outros aspectos, que a arrecadação e a fiscalização são afetadas pelo contingenciamento de recursos e mão de obra da própria agência (ANM, 2026, p.1, a; Freire; Pessoa, 2025, p.165). Ademais, entre os diversos fatores que impactam a fiscalização da aplicação da CFEM nos municípios, está a inclusão do valor em um caixa usado para pagamento de despesas correntes, o que impede a verificação do emprego, resulta em uma deformidade do sistema e dificulta a fiscalização por parte dos munícipes quanto ao uso desse importante recurso financeiro (ANM, 2026, p.1, b; Scaff, 2023, p.1).

A CFEM, tem sua previsão estabelecida na Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989, quanto ao cálculo, a distribuição e a aplicação, já os percentuais da distribuição foram definidos pela Lei nº 8.001/1990, contudo, ambas tiveram artigos alterados pela Lei nº 13.540, de 18 de dezembro de 2017, de forma que a referida norma redistribuiu as alíquotas, as bases de cálculo e a forma de distribuição aos entes federativos, cuja atualização prevê que aos municípios produtores, o repasse da contribuição ficou em 60% do que for arrecadado.

Neste Capítulo, o objetivo principal é verificar se os municípios produtores e afetados pela atividade mineral, em especial, os do oeste do estado do Pará, Oriximiná, Terra Santa e Juruti, vêm aplicando os recursos da CFEM, em atendimento ao §6 do art. 2 da Lei nº 13.540/17, cuja definição indica a aplicação de 20% do que o município recebe, preferencialmente destinado a atividades relativas à diversificação econômica, ao desenvolvimento mineral sustentável, científico e tecnológico.

Além de verificar se esses municípios, de alguma maneira, implementaram ou estão implementando algum dispositivo ou estratégia governamental com o propósito de adaptar ou mitigar possível urgência climática, condição que a Amazônia não está isenta.

Ao contrário, pois além das queimadas constantes e da perda da biodiversidade, a região também é afetada pelas cheias e secas, condições naturais amazônicas, que não podem ser controladas devido as circunstâncias climáticas regionais e globais,

que decorrem de alterações antrópicas.

Porém, os municípios que recebem a CFEM podem se preparar para mitigar danos, visto que as condições climáticas extremas estão se potencializando, e se continuarmos alterando os ciclos naturais da Amazônia e do planeta isso certamente irá acontecer com mais frequência (Fearnside 2026, p.1; NAEA, 2024, p.98).

O uso da CFEM para custear as adaptações às mudanças do clima ou as emergências climáticas, se justifica, pois do percentual de 20% destinado a diversificação econômica e o desenvolvimento sustentável, poderiam ser incluídas as emergências climáticas.

Nessa perspectiva, a inclusão das emergências climáticas nesse percentual teria o condão de mitigar os efeitos nos municípios mineradores, além daqueles não previstos nos estudos ambientais realizados quando do licenciamento pelas mineradoras, e até evitar desastre como vimos em Brumadinho no ano de 2019, quando houve o rompimento das barragens da Mina Córrego do Feijão, de propriedade da empresa Vale S/A.

Pois, ainda que houvesse um Plano de Ação de Emergência (PAE) da própria mineradora, condicionante presente no escopo do licenciamento da empresa, ocorreu o rompimento de barragens e centenas de pessoas perderam a vida. A empresa e o município não estavam preparados para o que aconteceu (VALE, 2019, p.1).

Quanto a metodologia para a elaboração deste capítulo, ela baseou-se na análise de bancos de dados disponíveis nos órgãos governamentais da União, no Tribunal de Contas dos Municípios do Estado do Pará (TCM/PA), nos sites eletrônicos das Prefeituras das cidades citadas (portal de transparência das prefeituras), documentos oficiais, sites de Organizações Não Governamentais (ONGs), com uma abordagem qualitativa e quantitativa, além de analisar relatórios, artigos científicos e perguntas feitas diretamente aos entes federativos nas três esferas, com o fim de obter dados ou iniciativas municipais positivas à serem apresentadas para subsidiar este Capítulo.

1. A MINERAÇÃO E AS EMERGÊNCIAS CLIMÁTICAS, ABORDAGENS E PERSPECTIVAS

O Acordo de Paris, é um Tratado Global assinado em 2015 pelos países signatários da Convenção Quadro das Nações Unidas (UNFCCC), ele prevê que os países devem trabalhar juntos para conter o aumento da temperatura global em até 1,5° ou seja, abaixo de 2°, isso em relação aos níveis pré-industriais, quando se iniciaram as medições (IPCC, 2021, p.1 a 6).

Para atingir essas metas e tentar conter o aumento da temperatura, os países apresentaram planos de ação por meio da Contribuição Nacional Determinada

(NDC), ou seja, os países definiram suas metas, o que foi feito também pelo Brasil, que se comprometeu a reduzir até 2030 43% das emissões, isso em relação aos níveis de emissões estimados em 2005 (MCTIC, 2021, p.3).

Uma das formas de os países atingirem esse objetivo, decorre de suas ações e se nelas houverem planos implementados para mitigar e/ou adaptar às mudanças climáticas e evitar os desastres ambientais, nos termos do artigo 7 do Acordo de Paris.

Nesse sentido, cabe destacar que o ano de 2024 apresentou alteração climática global, e excedeu 1,5°C desde o período pré-industrial (1850-1900) (IPCC, 2021, p.1; Christofolletti *et al*, 2025, p.6, a). Ademais, a previsão continua sendo do aumento da temperatura se mantivermos os atuais padrões de crescimento e consumo sem limitar ou mitigar os seus efeitos (Christofolletti *et al* 2025, p.13, b).

A mineração ilustra essa questão, visto que os seus processos industriais precisam ser revistos ou adaptados, pois ainda que hajam minérios estratégicos e que são usados para diminuir emissões e processos com baixo impacto, a mineração é uma atividade impactante e que reflete em diversos recursos naturais de forma intensa, da matéria-prima, processo, transporte, logística e etc. e a busca pelo equilíbrio para manter a “competitividade e a resiliência do setor mineral, vai da gestão da água, impactos nas barragens e no fechamento de minas” (IBRAM, 2025, p.17, a).

É importante trazer o posicionamento do setor sobre o tema:

“O setor mineral brasileiro reconhece que as mudanças climáticas já impõem riscos significativos à produção, à logística, à segurança das comunidades e trabalhadores, e à competitividade das empresas. Eventos climáticos extremos impactam diretamente a operação e a cadeia de valor da mineração, tornando a adaptação um imperativo estratégico. O setor reafirma seu compromisso em manter a integração das ações de a adaptação à agenda ESG, reconhecendo a resiliência como pilar fundamental da sustentabilidade empresarial, a partir dos seguintes eixos estruturantes” (IBRAM, 2025, p.32, b).

Os eixos apontados tratam do fortalecimento das práticas de gestão de risco climático; métricas e requisitos alinhados às melhores práticas internacionais; indicadores e métricas para financiamento e contribuição para formulação de políticas públicas. De acordo com essas práticas, os desafios serão enfrentados com soluções coletivas entre o setor, os governos, a sociedade civil e os trabalhadores.

2. O EMPREGO DA CFEM PARA MITIGAR EMERGÊNCIAS CLIMÁTICAS, É POSSÍVEL?

A sugestão do uso de parte dos recursos da CFEM pelos municípios mineradores é possível, e teria o condão de tornar os municípios resilientes e adaptados ou para

que possam mitigar os impactos das emergências climáticas. Essa hipótese considera a arrecadação da CFEM, que de 2019 a 2025 foi de R\$ 50 bilhões de reais. E o estado do Pará recolheu no ano de 2025 R\$ 3,08 bilhões de reais (IBRAM, 2026, p. 08 a 12, b).

Os valores de faturamento, arrecadação e investimentos no setor mineral são relevantes, diante disso cabe apontar a necessidade de utilizar parte dos valores da CFEM, pelos municípios mineradores, em ações que busquem conformidade ambiental municipal, de modo a tornar esses municípios mais adaptados às emergências climáticas.

Embora o setor mineral tenha a perspectiva de investimento de U\$ 10,6 bilhões de dólares em projetos socioambientais até 2028 (IBRAM, 2024, pag. 72-74, c), isso ainda não ressoou nos municípios mineradores do oeste do Pará que recebem a CFEM, pois não foi encontrado nenhum projeto ou estratégia apta a ser implementada com o objetivo de mitigar desastres climáticos como as cheias e secas, que tem se potencializado, e as queimadas.

Cabe evidenciar que em relação as queimadas, a maior parte decorre de ações antrópicas que durante o verão amazônico se intensificam. De acordo com a medição do Instituto Nacional de Pesquisas Especiais (INPE), os anos de 2015, 2017 e 2022 se destacaram com altos índices de queimadas, (INPE, 2023, p.1).

Já as cheias e secas amazônicas, que são periódicas e esperadas, aumentaram nos últimos anos levado os ribeirinhos e moradores das cidades a buscar alternativas econômicas para a época em que elas ocorrem (Folha, 2024, p.1; Marengo, et al, 2016, p.1341).

O Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), no ano de 2024 realizou em estudo e identificou que as cheias e secas, ainda que naturais irão continuar aumentando devido a fatores climáticos e pela degradação ambiental (Dutra, 2026, p.1; Constantino, abr. 2026; INPA, 2024, p.1).

É importante lembrar que a estação seca, que compreende os meses de setembro, outubro e novembro, cria condições para incêndios e queimadas, além de dificultar o acesso à água. Já o período da cheia se inicia no final de novembro e segue até junho. Nessa época é comum que as comunidades ribeirinhas tenham suas terras e casas invadidas pelas águas, o que limitam as plantações e a própria subsistência.

E é nesse sentido que os municípios mineradores têm a responsabilidade de iniciar investimentos com esse propósito, mitigar seus efeitos e se preparar para eventuais desastres climáticos, assim como buscar alternativas econômicas e se preparar para o esgotamento dos recursos da CFEM.

As alternativas econômicas visam evitar episódios como do município de Niquelândia em Goiás (GO), que recebia a CFEM da Companhia Brasileira de Alumínio (CBA), decorrente da produção de níquel, isso ocorreu por muitos anos e em 2017, com o encerramento das atividades da empresa, parou de receber. A cidade passa por dificuldades financeiras com a falta dos recursos da CFEM no comércio

da cidade, impactou na demanda por imóveis, diminuiu a quantidade de habitantes, entre outros problemas, isso porque o município não se preparou para o fim da produção de minérios (Sussai, 2025, p.72).

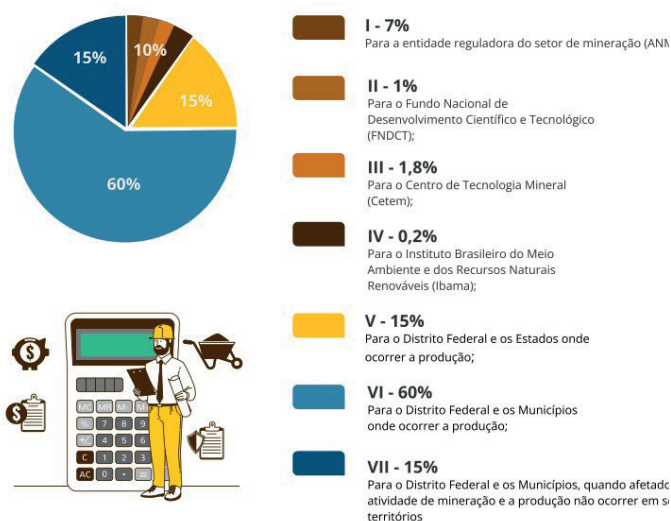
3. A ARRECADAÇÃO DA CFEM E SUA IMPORTÂNCIA PARA AS PREFEITURAS

Os recursos minerais fornecem matérias-primas que são fundamentais para garantir o desenvolvimento industrial, e parte dos recursos arrecadados e oriundos da atividade mineral, ingressa nos cofres públicos por meio de impostos, taxas e pela CFEM.

No caso da CFEM, o inciso VI, § 2º do artigo 2º da Lei nº 13.540/17, prevê que aos municípios produtores será repassado 60% do que for arrecadado e veda a inclusão do valor arrecadado em um caixa único, o que em geral acontece e é utilizado entre outros pagamentos, para quitação de dívidas e do quadro permanente de pessoal (Enriquez, 2007, p. 346, a).

Quanto a arrecadação da CFEM, sua alíquota máxima é de 4%, possui critérios específicos para a sua cobrança, como a primeira saída para a venda do bem mineral; no caso de bem mineral adquirido em hasta pública, será o ato da arrematação; no caso de bem mineral extraído sob regime de permissão de lavra garimpeira, será o ato de aquisição e o ato de consumo do bem mineral, art. 2º da Lei nº13.540/17.

Já os percentuais das alíquotas são distribuídos da seguinte forma:



Fonte: Guia Fácil CFEM municípios afetados, p.3.

É importante observar que a referida lei estabelece no §6º do art.2º que do montante recebido pelos entes que recebem a maior parte da CFEM, no caso, os municípios produtores, 20% deve ser empregado em atividades econômicas que possam trazer desenvolvimento ao município minerador.

Entretanto, essa aplicação não é fácil de ser verificada, pois envolve a disponibilidade de dados, a prestação de contas e a falta de transparência das prefeituras para com os cidadãos, assim como devem informar mensalmente aos Tribunais de Contas dos Municípios (TCM) se a aplicação dos recursos da CFEM foi dentro da legalidade.

Este é o ponto que se pretende entender, ou seja, como se dá a aplicação desse recurso financeiro que decorre de bem não renovável, considerando que o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) dos municípios estudados, que há décadas recebem o recurso, não são afetados positivamente (Enriquez,1998, p.1, b).

Nota-se também que existem indicadores persistentes de pobreza nos municípios que recebem a CFEM (Mian; Mazieiro, 2026, p.1). Ou seja, receber a compensação não significa que haverá as mudanças estruturais necessárias nos municípios que a recebem.

Nessa esteira, cumpre explicar que a ANM, tem a incumbência de calcular, cobrar e distribuir o recurso tratado pela Lei nº 13.540/2017. Quanto a fiscalização da aplicação, a ANM também deverá fazê-lo, assim como os Tribunais de Contas dos Municípios, que exercem o controle externo dos recursos, ou seja, são ambos fiscalizadores do emprego dos recursos, um verifica se foi empregado de forma legal e o outro se não foi usado no que veda o caput do art.8º da Lei nº 7.990/89.

Soma-se a isso a falta de pessoal para exercer a fiscalização do cálculo e da cobrança, que é complexo, além do mais existe déficit na fiscalização para o correto cálculo da Compensação, isso devido à falta de pessoal da ANM para fiscalizar.

Nesse sentido, merece destaque o Acórdão nº 2116/2024 do Tribunal de Contas da União (TCU), que tratava de legalidade e legitimidade dos procedimentos da arrecadação da CFEM, nele o Relator considerou que a ANM não possui pessoal suficiente para fiscalizar os 39.360 processos ativos e aptos a pagar a CFEM, muito menos que 7 servidores seriam suficientes para fiscalizar um passivo processual de 12.243 processos de cobrança e que devido a esses fatores havia sonegação em altos índices, que chegam a 40%, considerando os anos de 2014 a 2019 (TCU,2024; ANM, 2025, p.1, c).

Apesar disso, e ao contrário do que foi verificado pelo TCU quanto à sonegação da CFEM pelos empreendedores, é oportuno trazer o exemplo positivo da Prefeitura de Itapecuru Mirim, no Maranhão (MA), quanto à transparência do emprego dos recursos, que no ano de 2023 instituiu a Lei Municipal nº1601/2023, e criou a Política Municipal de Gestão dos Recursos Oriundos da Compensação Financeira Pela

Exploração Mineral – CFEM.

A referida lei prevê que a comunidade, por meio de uma gestão democrática e transparente, destine os valores da CFEM para a diversificação econômica, a sustentabilidade social e o desenvolvimento, além da preservação da memória e da cultura local, ou seja, a lei prevê a aplicação da CFEM na participação direta das comunidades afetadas, o que é uma inovação na aplicação desse recurso e mostra que é possível fazer uma gestão responsável e transparente com os recursos de um bem não renovável.

4. AS PREFEITURAS DO OESTE DO PARÁ E A GESTÃO DA CFEM

O Estado do Pará tem 8.120.131 habitantes (IBGE, 2022), seu Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) de 0,690, é baixo em comparação com a média nacional que é de 0,755. Em contraponto a esse índice, cumpre informar que a arrecadação nacional de impostos e tributos oriundos da mineração é representativa, chegou a 103 bilhões de reais em 2025 e a arrecadação da CFEM foi de 7.9 bilhões no mesmo ano. É importante notar que o estado se mantém em 2º lugar na arrecadação, e recebeu 34,5% desses valores (IBRAM, 2025, p.5, d).

Em relação aos três municípios do oeste do estado do Pará, a CFEM chegou a R\$ 359 milhões de reais, somando a arrecadação dos últimos 4 anos, portanto, é um valor considerável para esses municípios, conforme apresentado no gráfico abaixo.

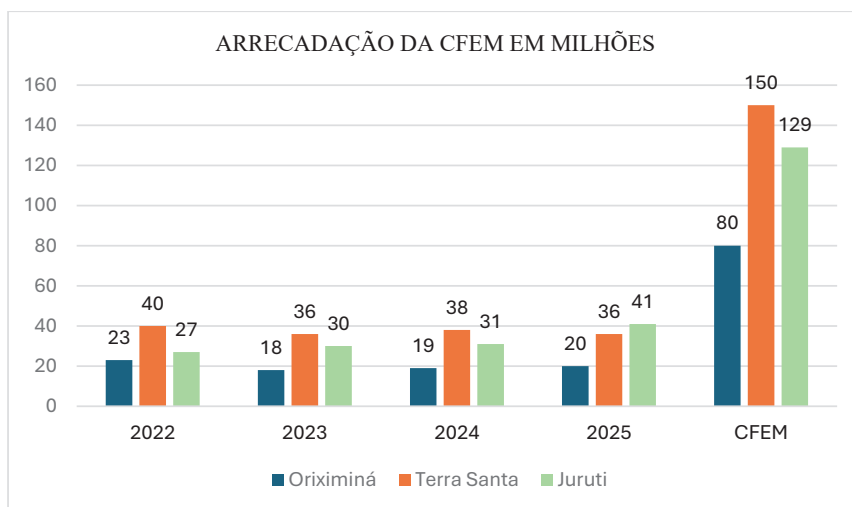


Gráfico 01: Arrecadação da CFEM, elaborado pela autora com dados da ANM-Relatórios CFEM, 2025.

Diante disso, foram consultados os portais das três prefeituras. No Portal da Transparência da Prefeitura de Terra Santa (PTPTS), município que tem 19.792 habitantes e IDH de 0,635 (IBGE, 2025), a consulta realizada para o período de 01 de janeiro de 2025 a 31 de dezembro do 2025, teve a intenção de identificar se houve aporte em projetos referentes a meio ambiente, diversificação econômica e tecnológica ou ainda, em algum projeto que trate de mudanças climáticas ou emergências climáticas, e a resposta retornou negativa.

No entanto, foi verificado que alguns valores referentes a 12 empenhos tiveram como destino a manutenção do hospital local, a construção de uma creche e a dragagem de uma estrada local. Os demais valores utilizados referem-se a pagamentos diversos, de combustíveis à limpeza das ruas (PTPTS, 2026).

Percebe-se que não houve ainda um despertar para as necessidades de adaptações as mudanças climáticas ou a possíveis desastres climáticos, assim como não foram encontrados projetos visando a diversificação econômica daquele município, embora tenha sido observado que houve mudança na estrutura física da frente da cidade e este que é um movimento crescente entre os municípios mineradores daquela região.

Também foi pesquisado no Portal da Transparência da Prefeitura de Juruti (PTPJ), típica cidade amazônica, localizada às margens do rio Amazonas, que tem 54.255 habitantes e IDH de 0,592 (IBGE, 2025). Há que ser mencionado que a consulta realizada buscou em Receitas e Despesas, com o fim de localizar Programas e Ações desenvolvidas pela administração pública na área de meio ambiente, desenvolvimento tecnológico, científico, mudanças climáticas ou ainda algum projeto para estimular novas oportunidades de renda para o município, contudo, não foi encontrado nenhum programa nesse sentido.

Cabe apontar que durante a consulta ao Portal, um gráfico gerado automaticamente pelo sistema indicava não existir programa na área de meio ambiente, em desenvolvimento tecnológico, para emergências climáticas ou para diversificação econômica para o município.

Contudo, foi localizada uma despesa de R\$ 500.000,00 (quinhentos mil reais) referente a serviços de consultoria para um programa de tratamento coleta e triagem de resíduos sólidos e reciclagem, código de ação nº1033, e de despesa nº 718, baixado em 12 de julho de 2026 (PTPJ, 2026). Embora conste no Portal da Transparência o acesso a link para os anos de 2018, 2021 e 2026, somente em relação ao ano de 2026 foram disponibilizados os dados acima citados (PTPJ, 2026).

Já a cidade de Oriximiná, cuja população é de 72.800 mil habitantes, apresenta o IDH de 0,623 e infraestrutura física e visível destacada em relação às demais cidades do oeste do Estado, apesar disso, não foi verificado nenhum projeto nesse sentido.

Oportuno constar que as prefeituras dos três municípios não retornaram as solicitações de informações acerca do emprego da CFEM ou qualquer notícia que pudesse amparar nossa expectativa de indicar algum projeto na área de meio ambiente, diversificação econômica do município ou em relação a emergências climáticas com recurso da CFEM.

Apesar de não haver a transparência de fato, e nenhuma indicação de projeto ou ação decorrente desse recurso, a Prefeitura de Terra Santa possui no Portal da Transparência, uma aba somente para prestação de contas da CFEM, o que é uma indicação de que, apesar de haver pouco investimento oriundo desse recurso no que prevê a Lei nº 13.540/17, o município demonstra com essa prestação de contas, certa conformidade.

Já as prefeituras de Juruti e de Oriximiná, ainda que mantenham em suas páginas um portal da transparência com receitas e despesas, não foi localizada nenhuma página de prestação de contas para que o munícipe examine as despesas de forma clara. Existem opções de verificação de receitas e despesas, contudo, sem especificação do emprego em meio ambiente, em desenvolvimento social, tecnológico ou diversificação econômica, menos ainda para as emergências climáticas.

Cumprе informar que Oriximiná, apesar de não indicar em seu site programa ou projeto ambiental ou direcionado a desastres climáticos com recurso da CFEM, a cidade apresenta melhora decorrente de obras de infraestrutura feitas pela prefeitura, o que produziu uma melhora nos impactos das cheias na cidade, porém, insuficientes para um município que desde o final da década de 1970 produz bauxita, matéria prima do alumínio, recebe a CFEM desde a década de 1990, mas ainda não se preparou para a independência econômica ou para mitigar os efeitos das mudanças do clima.

Nos três municípios pesquisados, foi verificado que existe produção agrícola, embora não haja nenhuma forma de escoar esses produtos a não ser por meio de balsas que se deslocam pelos rios. Este é um viés que pode ser alvo de investimento com os recursos da CFEM.

Pois, toda a região tem, notadamente, a vocação para a agricultura e pecuária, atividades que podem se desenvolver caso sejam resolvidos impedimentos básicos como a logística. Isso porque toda a chegada de insumos e escoamento de produção é via malha hídrica, por balsas, que sofre impactos das cheias e secas por conta da redução do calado, condição que afeta as ligações entre os rios, que diminuem no período da seca.

Embora grandes cheias sejam comuns na região, a intensidade como já dito, tem agravado com as mudanças climáticas. Daí grandes áreas não são aproveitadas por não terem o acesso hídrico perene, o que acaba limitando o aproveitamento. Essa situação pode ser resolvida se houvessem estradas vicinais conectando os municípios,

áreas produtoras a mercados consumidores ou polos transportadores.

A sugestão seria a execução das ligações, por meio de um trabalho regional conjunto entre as prefeituras, com recursos da CFEM, cabendo ainda ao poder público estadual e ao federal, construir rodovias de maior porte conectando os municípios aos centros consumidores ou instalações portuárias relevantes.

Esta talvez seja uma alternativa econômica viável, o que poderá trazer a independência financeira para os municípios e quem sabe em algum momento as emergências climáticas também sejam vistas como relevantes para os gestores municipais.

CONCLUSÃO

Este capítulo procurou demonstrar que apesar de haver nos sites das prefeituras aba indicando que os municípios são transparentes e fazem a prestação de contas dos recursos oriundos da CFEM, essa verificação não é clara e provavelmente os valores serão mantidos em um caixa único e usado pelas prefeituras para pagamentos de despesas correntes, assim como a prestação de contas deve permanecer por longo prazo sem alteração, ou seja, será mantida sem a transparência que os sites indicam ter.

Por outro lado, foi possível perceber que a Prefeitura de Itapecuru Mirim no estado do Maranhão, assunto tratado no item 2, permanecerá aplicando os recursos da CFEM de maneira transparente, além de continuar despertando para o pós-mineração, quando os recursos minerais estarão esgotados e os recursos financeiros não serão mais incluídos no caixa da prefeitura.

Além dela, duas prefeituras do estado do Pará, a Prefeitura de Canaã dos Carajás e a Prefeitura de Parauapebas, que são as maiores arrecadadoras da CFEM do Brasil, hoje apresentam investimento em meio ambiente, desenvolvimento econômico e já se preparam para o esgotamento do recurso mineral, contudo, nenhum projeto para as urgências climáticas foi verificado.

Já as prefeituras de Oriximiná/PA, Juruti/PA e Terra Santa/PA, ainda que tenham melhorado as suas infraestruturas físicas, o que é importante para cidades amazônicas que ficavam por meses com as frentes das cidades inundadas devido aos efeitos das enchentes, condições naturais, mas que tem se intensificado nos últimos anos com as alterações antrópicas, devem se manter sem fazer a prestação de conta adequada sobre os recursos da CFEM.

Apesar dos valores serem oriundos de recurso mineral finito, que advém de atividade que afeta a vida de milhares de pessoas diretamente, não foi possível verificar nos municípios, investimentos em meio ambiente, ao menos, nos sites das prefeituras de Oriximiná, Juruti e Terra Santa (PA), pois, ao acessar o portal de transparência das prefeituras, não foram localizadas indicações do uso do recurso oriundo da CFEM

em projetos nesse sentido.

Ademais, pelo que foi verificado neste capítulo, há muito a ser feito pelas prefeituras pesquisadas do oeste do Pará para atingir ao menos um mínimo de conformidade quanto ao emprego da CFEM.

Por sua vez, a ANM tem a incumbência de fiscalizar a produção e o emprego da CFEM, além de fazer a distribuição, precisa melhorar a sua estrutura administrativa e de fiscalização quanto aos valores corretos à serem arrecadados dentro do que foi produzido pelas mineradoras, e assim repassar aos entes federativos, pois os valores, conforme já citado, decorrem de recursos naturais não renováveis.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Tribunal de Contas da União. **Acórdão 2116/2024. Ementa: Auditoria realizada com o objetivo de examinar a legalidade e a legitimidade dos procedimentos para arrecadar a Compensação financeira pela exploração de recursos minerais (CFEM)**. Relator: Ministro Benjamin Zymler. Brasília, 22 abr.2026. Disponível em: [link] TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO https://pesquisa.apps.tcu.gov.br/documento/acordao-completo/*. Acesso em: 16 jun. 2026.

BRASIL. Agência Nacional de Mineração. **SEI – 18143245 - Ofício nº 42406/2025/GAB-DG/ANM**. Brasília, 2025. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmninnibpcapjpcglclefindmkaj/https://www.gov.br/anm/pt-br/itens/arquivos/oficio-sei-425452-ministros>. Acesso em: 02 jun. 2026.

BRASIL. Agência Nacional de Mineração. ANM. **Contingenciamento compromete fiscalização investimentos e capacidade operacional da mineração brasileira**. Brasília, 2026. Disponível em: <https://www.gov.br/anm/pt-br/assuntos/noticias/contingenciamento-compromete-fiscalizacao-investimentos-e-capacidade-operacional-da-mineracao-brasileira>. Acesso em: 09 jun. 26.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Senado Federal, 1988.

BRASIL. Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990. **Define os percentuais da distribuição da compensação financeira de que trata a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989, e dá outras providências**. Brasília, 1990.

BRASIL. Lei nº 12.858, de 9 de setembro de 2013. **Dispõe sobre a destinação para as áreas de educação e saúde de parcela da participação no resultado ou da compensação financeira**. Brasília, 2013.

BRASIL. Lei nº 13.540, de 18 de dezembro de 2017. **Dispõe sobre a Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM)**. Brasília, 2017.

BRASIL.INPE. **2022 registra pior marca da série histórica de alertas de desmate do inpe**. Disponível em: https://dataservercoids.inpe.br/queimadas/queimadas/PublicacoesImpacto/namidia/2023_namidia_inpe/20230106_g1Globo_2022RegistraPiormarcaINPE_Desmate_AMZ.jpg.

BRASIL. Ministério da Ciência Tecnologia e Inovação. **Estudo do INPA aponta secas e cheias mais intensas na Amazônia nas próximas décadas**. Brasília, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/noticias/2024/09/estudo-do-inpa-aponta-secas-e-cheias-mais-intensas-na-amazonia-nas-proximas-decadas>. Acesso em: 01 jun. 2026.

CHRISTOFOLETTI, R. A.; MARTINEZ, A. S.; PARDAL, A.; TAKAHASHI, C. K.; MARTINS, I. M.. BRASIL. Caderno Técnico I. 2025. **2024 o ano mais quente da história**. Brasil em transformação: o impacto da crise climática. Disponível em: <https://repositorio.unifesp.br/items/3eb61004-16ab-48a9-8624-ba89e3c58ddf>. Acesso em: 03 jul. 2026.

CONSTANTINO, L.. **Secas mais longas e mudanças nas chuvas já ocorrem na Amazônia, apontam pesquisas**. Revista FAPESP. Disponível em: <https://agencia.fapesp.br/secas-mais-longas-e-mudancas-nas-chuvas-ja-ocorrem-na-amazonia-apontam-pesquisas/57792>. Acesso em 21 jun. 2026.

DUTRA, D. J.; FERREIRA, I. J. M.; RODRIGUES, É. T.; ISIDORO, D. B. B.; MATAVELI, G.. CRUZ DE ARAGÃO, Luiz Eduardo Oliveira. ANDERSON, Liana Oighenstein. **Intensification of drought-associated wildfires challenges actions for Amazonia's sustainable development. Perspectives in Ecology and Conservation**. Volume 24, Issue 2. 2026. Pages 146-150. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2530064426000295>. Acesso em: 27 jun. 2026.

ENRIQUEZ, M. A. R. da S.. **Maldição ou dádiva? Os dilemas do desenvolvimento sustentável a partir de uma base mineira**. 2007. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável) – Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2007.

FREIRE, S.; PESSÔA, L. C.. **A participação dos municípios na fiscalização da CFEM: uma proposta de revisão legislativa**. Revista de Informação Legislativa: RIL, Brasília, DF, v. 62, n. 245, p. 163-180, jan./mar. 2025. Disponível em: https://www12.senado.leg.br/ril/edicoes/62/245/ril_v62_n245_p163.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO. **A visão do setor mineral sobre**

a agenda de adaptação às mudanças climáticas. Brasília. 2025. E-book. Disponível em: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgglefindmkaj/https://ibram.org.br/wp-content/uploads/2025/10/IBRAM_news_green-paper_2025_visao-setor-mineral_mudancas_clima.pdf. Acesso em: 01 jun.2026.

IBRAM. Setor mineral 2025. **Sumário executivo.** Brasília. 2025. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgglefindmkaj/https://ibram.org.br/wp-content/uploads/2026/02/02.02.2026-Setor-Mineral-2025.pdf>. Acesso em: 01 jun. 2026.

IBRAM. **Relatório Anual de Atividades 2024.** Brasília, Editora Ibram, JAN 25, pag. 72-74. Disponível em: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgglefindmkaj/https://ibram.org.br/wp-content/uploads/2025/03/IBRAM_Relatorio-Anual-2024_completo_web.pdf. Acesso em: 30 abr. 2026.

IBRAM. **A visão do setor mineral sobre a agenda de adaptação às mudanças climáticas.** Brasília. 2025. Disponível em: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgglefindmkaj/https://ibram.org.br/wp-content/uploads/2025/10/IBRAM_news_green-paper_2025_visao-setor-mineral_mudancas_clima.pdf. Acesso em: 01 jun. 2026.

IBRAM. Sumário Executivo. **Diretrizes Estratégicas 2026.** Setor Mineral 2025. Publicado em 03 fev. 2026. Disponível em: <https://ibram.org.br/dados-do-ibram/>. Acesso em: 05 abr. 2026.

IBRAM. Sumário Executivo. 2026.**Setor Mineral 1º Tri 2026.** Publicado em 15 abr. 2026. Disponível em: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgglefindmkaj/https://ibram.org.br/wp-content/uploads/2026/04/Setor-Mineral-1o-trimestre-2026-%E2%80%931T26_.pdf. Acesso em: 20 jun. 2026.

MARENGO, J. A.; ARAGÃO, L. E. O. C.; COX, P. M.; BETTS, R.; COSTA, D.; KAYE, N.. American Meteorological Society. Journals. **Impacts of Climate Extremes in Brazil: The development of a Web Platform for Understanding Long-Term Sustainability of Ecosystems and Human Health in Amazonia (PULSE-Brazil).** 2016. Disponível em: <https://journals.ametsoc.org/view/journals/bams/97/8/bams-d-14-00177.1.xml>. Acesso em: 19 jun. 2026.

MIAN, I. G.; MAZIEIRO, O. R.. **A CFEM e o risco da maldição dos recursos naturais.** Migalhas. 2026. Disponível em: <https://www.migalhas.com.br/depe-so/449502/a-cfem-e-o-risco-da-maldicao-dos-recursos-naturais>. Acesso em: 11 jun. 2026.

MOURÃO, L.; PEREIRA, A. F.; SHERMAM, A.. Opinião. **Compensação financeira pela exploração e sua fiscalização pelos Tribunais de Contas.** Con-

sultor Jurídico. 03 jun.2025, 16h16. Disponível em: https://www.conjur.com.br/2025-jun-03/compensacao-financeira-pela-exploracao-mineral-e-sua-fiscalizacao-pelos-tribunais-de-contas/#_edn8. Acesso em: 20 jun. 2026.

NASCIMENTO, S.; CORREA, S. A.. Emergência climática na Amazônia: agroecologia e conhecimentos tradicionais contra modelos empresariais de conservação. Novos Cadernos NAEA, [S.I], v.27, n.1. abr.2024. ISSN 2179-536. Disponível em: <https://periodicos.ufpa.br/index.php/ncn/article/view/16022/10852>. Acesso em 02 jun. 2026.

PAINEL INTERGOVERNAMENTAL DE MUDANÇA DO CLIMA. IPCC. Climate change widespread, rapid, and intensifying – IPCC. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/2021/08/09/ar6-wg1-20210809-pr/>. Acesso em: 05 jul. 2026.

Pesquisadores do INPA alertam sobre risco de colapso climático na Amazônia. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Belém, 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/inpa/pt-br/assuntos/noticias/2025/cop-30-pesquisadores-do-inpa-alertam-sobre-risco-de-colapso-climatico-na-amazonia>. Acesso em: 23 jun. 2026.

PORTAL DA TRANSPARÊNCIA DA PREFEITURA DE JURUTI. Portal da Transparência da Prefeitura de Juruti. Disponível em: <https://transparencia.betha.cloud/#/-hKriwxRRWSNZ5m4nw1CDQ==/consulta/315268>. Acesso em 02 jun. 2026.

PORTAL DA TRANSPARÊNCIA DA PREFEITURA DE ORIXIMINÁ. **Despesas Detalhadas**. Disponível em: <http://www.governotransparente.com.br/transparencia/despesas/opcoes/4496490>. Acesso em 29 mai. e 03 jun. 2026.

PORTAL DA TRANSPARÊNCIA DA PREFEITURA DE TERRA SANTA. **Despesas Empenhadas**. Disponível em: <https://www.governotransparente.com.br/acessoinfo/45829488/empenhoportal?ano=1&credor=-1&page=1&datainfo=MTIwMjUwNjI1MTMwNjBQUA==&inicio=01/01/2025&fim=25/06/2025&unid==1-&fonte=5625&valormax=&valormin=&tipo=-1&order=12&typeor=ASC&covid=false>. Acesso em 29 jun e 10 jul. 2026.

PORTAL DA PREFEITURA DE CANAÃ DOS CARAJÁS. **Canaã dos Carajás investe royalties da mineração no desenvolvimento sustentável**. Disponível em: <https://www.canaadoscarajas.pa.gov.br/novo/canaa-dos-carajas-investe-royalties-da-mineracao-no-desenvolvimento-sustentavel/>. Acesso em: 10 jun. 2026.

SASSINE, V.. **Extremos de seca e cheia se intensificam na Amazônia e cientis-**

tas sugerem cisterna no semiárido. FOLHA DE SÃO PAULO. São Paulo, 2024. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/ambiente/2024/07/extremos-de-seca-e-cheia-se-intensificam-na-amazonia-e-cientistas-sugerem-cisternas-como-no-semiarido.shtml>. Acesso em 05 jul. 2026.

SCAFF, F. F.; SILVA, Z.. **O bom uso da CFEM para as presentes e futuras gerações.** Consultor Jurídico. 2023, p.1. Disponível em: <https://www.conjur.com.br/2023-dez-25/o-bom-uso-da-cfem-para-as-presentes-e-futuras-geracoes/>. Acesso em: 20 jun. 2026.

SILVA, M. A. R. da. **Royalties da mineração: instrumento de promoção do desenvolvimento sustentável de regiões mineradoras na Amazônia Oriental?** Novos Cadernos NAEA, Belém, v. 1, n. 2, 1998. Disponível em: <http://www.periodicos.ufpa.br/index.php/ncn/article/view/15/12>. Acesso em: 11 jun. 2026.

SILVA, E. L.; PONTES, A. N.; PAULA, M. T. de. (2024). **Compensação financeira pela exploração mineral na Amazônia brasileira à luz do direito ambiental: avanços e desafios.** CONTRIBUCIONES A LAS CIENCIAS SOCIALES, 17(5), e6380. Disponível em: <https://ojs.revistacontribuciones.com/ojs/index.php/clcs/article/view/6380>. Acesso em: 25 jun. 2026.

SUSSAI, A. de O.. **Geografia e pesquisa territorial e ambiental do Cerrado** [recurso eletrônico] Organizado por: Ricardo Assis Gonçalves, Vandervilson Alves Carneiro e Edson Batista da Silva. — 1. ed. - Anápolis, GO: Editora UEG, 2024.327; il.; 16 x 22,5 cm (PDF) Mineração, zonas de sacrifício e injustiça ambiental em Niquelândia (GO). Available from:https://www.researchgate.net/publication/388960082_Mineraao_zonas_de_sacrificio_e_injustica_ambiental_em_Niquelandia_GO [accessed Jul 17 2026]. Acesso em: 17 jul. 2026.

VALE S/A. **Vale esclarece sobre Plano de Ação de Emergência de Barragens de Mineração.** Relacionamento com a imprensa, publicado em 01 fev. 2019. Disponível em: <https://vale.com/pt/w/vale-states-emergency-action-plan-for-mining-dams>. Acesso em: 13 mai. 2026.

DIREITO ECONÔMICO INTERNACIONAL DO MEIO AMBIENTE NA PECUÁRIA: NOVAS RACIONALIDADES, SOFT LAW, GOVERNANÇA POR NORMAS VOLUNTÁRIAS, RASTREABILIDADE E REGULAÇÕES COM EFEITOS TRANSNACIONAIS^{1,2}

Danielle Mendes Thame Denny³

RESUMO

A regulamentação ambiental e econômica internacional circula cada vez mais por meio de cadeias de valor globais, em vez de por meio de determinações restritas a um território específico. Este texto examina como normas voluntárias de sustentabilidade e requisitos de rastreabilidade adquirem força regulatória transnacional quando incorporados a regras de acesso ao mercado, obrigações de devida diligência, auditorias e contratos da cadeia de suprimentos. Ele argumenta que o fenômeno central é o fortalecimento de normas voluntárias por meio da incorporação jurídica, do reconhecimento probatório, de uma cascata de requisitos contratuais e de verificações digitalizadas. Com base na teoria axiomático-sistêmica, o texto desenvolve um teste de legitimidade fundamentado na autoridade jurídica, na coerência sistêmica, na eficácia ambiental, na prestação de contas e na justiça distributiva. São analisados alguns exemplos de diferentes tipos de normas para ilustrar a argumentação de que a regulamentação de sustentabilidade legítima, seja obrigatória ou voluntária, privada ou governamental, requer participação significativa na sua elaboração e implementação, evidência de eficácia, mecanismos de revisão e adicionalidade ecológica verificável.

¹ **Nota Metodológica:** A pesquisa combina análise jurídico-dogmática e documental qualitativa para construir uma tipologia de instrumentos normativos, examinar mecanismos de adensamento normativo, com base em documentos normativos, materiais de orientação de política, relatórios e estudos sobre a cadeia pecuária. Ferramentas digitais apoiaram a pesquisa, análise, tradução, revisão e gestão bibliográfica, sob revisão crítica e responsabilidade integral da autora.

² **Declaração sobre uso de ferramentas digitais:** Em conformidade com a Portaria CNPq nº 2.664, de 6 de março de 2026, declara-se o uso de ferramentas digitais no desenvolvimento desta pesquisa. O ChatGPT foi utilizado como apoio à pesquisa e revisão textual; o DeepL, para apoio à tradução e revisão bilíngue; e o Grammarly, para revisão gramatical e estilística em língua inglesa. O Bibliometrix foi empregado na análise bibliométrica da literatura, o Atlas.ti, na organização e análise qualitativa de documentos e materiais empíricos e o Zotero para automatizar as referências bibliográficas. Todas as sugestões e resultados produzidos por essas ferramentas foram submetidos à revisão crítica da autora, que assume integral responsabilidade pelo conteúdo final do trabalho.

³ Pós-Doutora na Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, pesquisadora do Centro de Pesquisa de Carbono em Agricultura Tropical, foco em governança climática, agricultura de baixo carbono e pesquisa de impacto. <https://orcid.org/0000-0002-8964-5205> denny.thame@usp.br

PALAVRAS-CHAVE

Teoria axiomático-sistêmica; Adensamento normativo; Devida diligência; Cadeias globais de valor; Sustentabilidade.

ABSTRACT

Environmental and international economic regulation increasingly travels through global value chains rather than through territorially confined commands. This article examines how voluntary sustainability standards and traceability requirements acquire transnational regulatory force when incorporated into market-access rules, due-diligence duties, audits, and supply-chain contracts. It argues that the central phenomenon is the hardening of non-binding norms through legal incorporation, evidentiary recognition, contractual cascading, and digital verification. Drawing on axiomatic-systemic theory, the article develops a legitimacy test based on legal authority, systemic coherence, environmental effectiveness, accountability, and distributive justice. A number of examples of standards are analysed to illustrate the argument that legitimate sustainability regulation – whether mandatory or voluntary, private or government-led – requires meaningful participation, differentiated support, review mechanisms and verifiable ecological additionality.

KEYWORDS

Axiomatic-systemic theory; Normative hardening; Due diligence; Global value chains; Sustainability.

INTRODUÇÃO

O contexto de crises planetárias (UNFCCC, 2022) tem ampliado a interação entre proteção ambiental, organização da produção e comércio internacional. Problemas ambientais associados às cadeias globais de valor já não são tratados apenas mediante obrigações territoriais impostas pelos Estados aos agentes econômicos sob sua jurisdição. Cada vez mais, critérios ambientais são incorporados a padrões técnicos, compromissos empresariais, sistemas de certificação, contratos de fornecimento, mecanismos de devida diligência, requisitos de acesso a mercados ou formas de intervenção no domínio econômico, como os para estimular a agropecuária de baixo carbono.

O comércio internacional passa a funcionar não somente como mecanismo de

circulação de bens, mas também como infraestrutura de transmissão de expectativas regulatórias ao longo das cadeias produtivas (Williamson, 1991). Nesse contexto, a insuficiência do *hard law* para oferecer, isoladamente, respostas tempestivas a problemas ambientais complexos favorece a multiplicação de instrumentos de *soft law* e de arranjos públicos, privados e híbridos de governança (Abbott; Snidal, 2000).

Essa transformação é particularmente relevante para a pecuária bovina cuja cadeia articula produtores rurais, fornecedores diretos e indiretos, transportadores, frigoríficos, exportadores, importadores, varejistas, instituições financeiras, certificadoras e autoridades públicas (Abiec, 2026). A circulação dos animais entre diferentes propriedades antes do abate, somada à fragmentação dos dados e à dificuldade de monitorar fornecedores indiretos, torna a comprovação da origem e das condições ambientais da produção especialmente complexa (Imaflora, 2025).

Ao mesmo tempo, a expansão de pastagens e sua relação com mudanças no uso da terra colocam a pecuária no centro das controvérsias sobre desmatamento, emissões de gases de efeito estufa, conservação da biodiversidade e responsabilidade ambiental das cadeias de suprimento, justificando por exemplo a aplicação transnacional do Regulamento Europeu sobre Produtos Livres de Desmatamento (EU, 2024) criando desafios particulares de conformidade, haja vista a baixa extensão da produção abrangida por normas voluntárias de sustentabilidade (UNCTAD, 2025) e as limitações dos mecanismos de monitoramento dos fornecedores indiretos, como os de engorda e recria (Imaflora, 2025).

Como iremos detalhar no desenvolvimento deste texto, a governança ambiental da pecuária decorre da interação entre legislação nacional, compromissos internacionais, protocolos de compra, termos de ajustamento de conduta, sistemas de rastreabilidade, certificações, padrões privados e regulações estrangeiras que condicionam a colocação de produtos em determinados mercados. Padrões inicialmente voluntários passam a orientar contratos e políticas empresariais; critérios privados são incorporados a procedimentos de avaliação de risco; informações de rastreabilidade tornam-se provas de conformidade; e obrigações impostas aos importadores são transmitidas contratualmente aos produtores situados em outras jurisdições.

Tem-se verificado um processo de adensamento normativo no qual a distinção binária entre obrigatoriedade e voluntariedade se revela insuficiente para explicar a autoridade efetivamente exercida por normas e padrões ao longo da cadeia. A regulação ambiental cada vez mais se apoia em ferramentas de *soft law*, sem o comando estatal direto mas operando por meio da informação, da gestão de riscos, da transparência, da devida diligência, da auditabilidade, da rastreabilidade e da condicionalidade do acesso ao mercado, ultrapassando a identificação sanitária ou comercial dos animais, organizando uma infraestrutura probatória capaz de relacionar produtos, propriedades, fornecedores e eventos de mudança no uso da terra.

A racionalidade tradicional do comércio internacional foi estruturada, sobretudo em torno da liberalização progressiva dos bens e serviços, da estabilidade das expectativas econômicas e da contenção do protecionismo estatal. A unidade central dessa arquitetura era o Estado, o objeto principal era o produto que atravessava a fronteira e o problema jurídico predominante consistia em verificar se determinada medida pública discriminava produtos estrangeiros, restringia injustificadamente o acesso ao mercado ou frustrava concessões comerciais anteriormente negociadas. A expansão das cadeias globais tornou insuficiente uma concepção centrada no momento da passagem pela fronteira. Os impactos associados a uma mercadoria ou serviço podem ter sido produzidos em diferentes jurisdições, por múltiplos agentes e em etapas sucessivas de extração, criação, cultivo, transformação, transporte e comercialização. Essa transformação desloca o centro da regulação do binômio Estado-fronteira para a relação entre risco, operador e cadeia produtiva.

Os efeitos dessas novas racionalidades comercial, contudo, não são necessariamente uniformes. A literatura empírica indica que medidas de rastreabilidade podem facilitar o comércio quando reduzem assimetrias de informação, mas também podem constituir obstáculos quando impõem custos elevados de documentação, segregação e controle dos processos produtivos (Marx et al., 2024). Nesse ambiente, instrumentos flexíveis, arranjos policêntricos e mecanismos multiníveis passam a complementar — não necessariamente substituir — a regulação convencional, ampliando os canais pelos quais objetivos ambientais são transmitidos às atividades econômicas e às cadeias globais de valor (Rei, 2026).

1. DESENVOLVIMENTO

1.1 Pecuária: Cadeia produtiva e regulatória transnacional

A pecuária bovina constitui um campo particularmente elucidativo para exemplificar a temática do Direito Econômico Internacional do Meio Ambiente, pois reúne, em uma mesma cadeia de valor, questões relativas à segurança alimentar, ao desenvolvimento regional, à geração de renda, ao uso do território, às emissões de gases de efeito estufa, à conservação da biodiversidade e ao acesso aos mercados internacionais. A atividade deve ser compreendida como um sistema territorialmente difuso, desenvolvido sob condições ecológicas, econômicas, tecnológicas e institucionais marcadamente distintas.

Sua relevância para o Brasil, não decorre somente do volume de produção, as exportações brasileiras em 2025 chegaram a 3,5 milhões de toneladas e US\$ 18 bilhões (Abiec, 2026), ou da participação no comércio mundial de carne bovina, que corresponde a 25% das exportações globais, vendendo para 177 países (Abiec, 2026). Também é significativa a amplitude territorial da atividade que ocupa 159,8 milhões

de hectares de pastagens, o equivalente a cerca de 18,8% do território nacional distribuída por vários biomas: Centro-Oeste, 60,9 milhões de cabeças; Norte, 52,6 milhões; Sudeste, 31,1 milhões; Nordeste, 30,8 milhões; e Sul, 20,1 milhões (Abiec, 2026).

Além disso, cerca de 2,55 milhões de estabelecimentos com atividade pecuária existentes no país, 48% possuem até 20 hectares e 43,4% situam-se entre 20 e 200 hectares, de modo que 91,4% se encontram em faixas de área de até 200 hectares (IBGE, 2017, 2025), ou seja, há notável predominância numérica de estabelecimentos de menor extensão territorial refletindo a importância socialmente difusa da atividade pecuária, que conta com participação estrutural de produtores da agricultura familiar (Abiec, 2026). Convivem no território brasileiro sistemas extensivos, semi-intensivos, intensificados e integrados. Chega a 17,4 milhões de hectares com integração lavoura-pecuária — ILP, pecuária-floresta — IPF, lavoura-pecuária-floresta — ILPF e outros arranjos agroflorestais. (Rede ILPF, 2025).

Trata-se, portanto, de um sistema econômico cuja regulação ultrapassa a relação bilateral entre produtor e Estado, pois envolve empresas de nutrição e suplementação animal, genética e reprodução, sanidade, sementes, fertilizantes e defensivos, máquinas e equipamentos, energia, transportadores, leiloeiros, corretores, prestadores de assistência técnica, profissionais administrativos e contábeis, produtores, frigoríficos, indústrias de couro e subprodutos, exportadores, distribuidores, supermercados, açougues e demais segmentos do varejo, evidenciando a necessidade de regulação multistakeholder (Pattberg; Widerberg, 2016). Para se ter uma ideia de escala, apenas os insumos e serviços para a produção pecuária movimentaram US\$ 29,6 bilhões; os insumos e serviços industriais, US\$ 11,01 bilhões; o faturamento dos frigoríficos, US\$ 53,34 bilhões; e as receitas totais do varejo, US\$ 59,82 bilhões em 2025 (Abiec, 2026).

A arquitetura brasileira de incentivo à pecuária sustentável se materializa combinando planejamento setorial como o Programa Nacional de Conversão de Pastagens Degradadas em Sistemas de Produção Agropecuários e Florestais Sustentáveis (Brasil, 2023), Plano Safra com crédito rural favorecido (MAPA, 2023), equalização de juros e descontos condicionados ao desempenho socioambiental (MAPA, 2021), capital público catalítico (Brasil, 2024a), assistência técnica e gestão de riscos (Embrapa; Marfrig, 2025), monitoramento geoespacial (INPE, 2021), rastreabilidade, certificações e instrumentos de remuneração por serviços ambientais (TNC, 2024). São principalmente três formas de incentivo: pelo preço do capital (juros equalizados, prazos, carências, descontos e capital catalítico); pela elegibilidade (tem acesso a financiamento o produtor que demonstrar regularidade ambiental, CAR, boas práticas reconhecidas e cumprimento contratual); pela valorização mercadológica (agrega valor ao produto ou é exigência de acesso a mercados a rastreabilidade, certificações, contratos diferenciados, mecanismos de pagamento por serviços ambientais ou créditos de carbono).

O Estado atua por meio de diversos órgãos como Ministério da Agricultura e Pecuária, órgãos estaduais de defesa agropecuária, secretarias estaduais de agricultura e meio ambiente, Ministério Público Federal, instituições de pesquisa como a Embrapa, defesa sanitária, inspeção federal, estadual e municipal, controle do trânsito animal, registro e integração de dados, fiscalização ambiental, regularização fundiária, crédito rural, pesquisa agropecuária e aplicação da legislação trabalhista e ambiental, o que evidencia uma estrutura regulatória multinível (Petersmann, 2017). Em 2025, 63,6% dos abates ocorreram sob o Serviço de Inspeção Federal, 20,8% sob inspeção estadual e 5,4% sob inspeção municipal (Abiec, 2026).

Mas não é o Estado o único ou principal agente nessa complexa arquitetura de fomento à pecuária sustentável. Há cerca de 21 instrumentos de rastreabilidade e monitoramento administrados por 31 instituições distintas, com baixa conectividade entre os atores e predominância de soluções fragmentadas (Harfuch et al., 2025). As etapas de cria, recria e terminação podem ocorrer em propriedades diferentes, de modo que o animal comercializado por um frigorífico pode ter circulado por diversos estabelecimentos antes do abate. Consequentemente, a unidade relevante para a avaliação da conformidade socioambiental não pode ser reduzida à propriedade do fornecedor direto. Ela deve compreender o percurso produtivo do animal e as sucessivas relações econômicas estabelecidas ao longo da cadeia, incluindo fornecedores indiretos, intermediários e estabelecimentos anteriores (GTPS, 2022; Harfuch et al., 2025; Marangoni, 2023).

Os respectivos impactos ambientais da pecuária dependem, entre outros fatores, do bioma, do histórico de ocupação territorial, das condições das pastagens, da taxa de lotação, da duração do ciclo produtivo, da alimentação animal, do manejo dos solos e da eventual integração com lavouras e componentes florestais (Bieluczyk et al., 2024). A atividade pode estar associada à conversão de vegetação nativa, à degradação dos solos e às emissões de metano entérico; porém, sistemas baseados na recuperação de pastagens degradadas, no manejo adequado da forragem, na diversificação biológica e na integração lavoura-pecuária-floresta, pelo contrário, apresentam potencial para elevar a produtividade, reduzir a intensidade das emissões e ampliar os estoques de carbono no solo (Maia et al., 2026). Os resultados negativos ou positivos dependem das condições edafoclimáticas e dos métodos empregados, além de ainda existirem lacunas de mensuração, padronização e comparabilidade dos fluxos de dióxido de carbono, metano e óxido nitroso nos diferentes sistemas tropicais (Cerri et al., 2024; Cherubin et al., 2023).

Por exemplo, um sistema de rastreabilidade pode demonstrar que determinado animal não passou por uma área desmatada após uma data de corte e, ainda assim, não fornecer informações sobre intensidade de emissões, conservação do solo, disponibilidade hídrica ou efeitos sobre a biodiversidade. Da mesma forma, a redução das emissões por unidade de produto não exclui, por si só, a possibilidade de conversão

de ecossistemas ou de impactos cumulativos decorrentes da expansão da produção. A rastreabilidade na pecuária pressupõe, para ser efetiva uma infraestrutura de informação e prova, cuja utilidade ambiental depende dos critérios materiais aos quais os dados são vinculados, das metodologias de verificação adotadas e da possibilidade de auditoria, contestação e revisão.

No Brasil, a construção da infraestrutura de rastreabilidade ocorreu inicialmente sob uma racionalidade sanitária, mediante instrumentos destinados à identificação dos animais, ao controle de sua movimentação e à segurança dos alimentos. Posteriormente, sobretudo a partir da intensificação das pressões sobre o desmatamento associado às cadeias de commodities, os instrumentos de rastreabilidade passaram a ser mobilizados também para finalidades socioambientais. Registros sanitários, Guia de Trânsito Animal, Cadastro Ambiental Rural, sistemas de identificação individual, dados geoespaciais, termos de ajustamento de conduta, compromissos empresariais e protocolos de monitoramento passaram a operar de forma combinada. Essa evolução não eliminou as diferenças jurídicas entre os instrumentos: alguns decorrem diretamente de legislação estatal, outros resultam de acordos juridicamente exigíveis, enquanto outros permanecem formalmente voluntários. Ainda assim, todos podem integrar uma mesma arquitetura funcional de produção, circulação e verificação de informações (Imaflora, 2025).

Normas voluntárias adquiram relevância extra, por exemplo protocolos de compra, compromissos de desmatamento zero, critérios de certificação e metodologias privadas de avaliação de risco podem definir documentos aceitos, datas de corte, procedimentos de auditoria, hipóteses de bloqueio de fornecedores e condições para sua reinserção na cadeia. Quando incorporados a contratos de fornecimento, políticas de aquisição, avaliações bancárias de risco, requisitos de financiamento ou obrigações de devida diligência, esses padrões deixam de atuar apenas como manifestações reputacionais. Embora não se transformem automaticamente em normas estatais, passam a produzir consequências econômicas concretas, como a habilitação ou inabilitação de fornecedores, a segregação de produtos, a restrição do acesso ao crédito e a inclusão ou exclusão de determinados mercados.

Esses efeitos, entretanto, não são socialmente neutros. Grandes empresas e produtores integrados a cadeias exportadoras possuem, em geral, maior capacidade para financiar georreferenciamento, sistemas de gestão, auditorias, segregação de lotes e adequação documental. Pequenos e médios produtores, especialmente aqueles situados em regiões com baixa conectividade, assistência técnica insuficiente ou insegurança fundiária, podem enfrentar custos proporcionalmente superiores. Sem políticas de inclusão, a elevação dos requisitos de conformidade pode produzir uma cadeia segmentada entre fornecedores plenamente rastreáveis e habilitados a mercados de maior valor e produtores deslocados para circuitos menos regulados. Também pode ocorrer desvio de fornecedores, deslocamento dos impactos ambientais e concentra-

ção dos benefícios econômicos da sustentabilidade nos agentes que já dispõem de maior capacidade institucional. Estudos sobre a cadeia brasileira identificam justamente os fornecedores indiretos, a fragmentação das bases de dados e os custos de implementação como obstáculos persistentes à construção de uma rastreabilidade socioambiental abrangente (Agroicone, 2025; Bispo et al., 2025; Martins; Leal; Cezar, 2026).

A legitimidade da regulação ambiental da pecuária depende, portanto, de mais do que a multiplicação de obrigações documentais ou a exclusão de agentes considerados de risco. Requer interoperabilidade entre bases públicas e privadas, proteção adequada dos dados, transparência dos critérios, mecanismos de correção de erros, canais de contestação, assistência técnica, financiamento da transição e tratamento diferenciado de produtores com capacidades distintas. Requer, ainda, que a conformidade formal produza adicionalidade ecológica verificável, evitando que o atendimento documental seja confundido com transformação efetiva dos sistemas produtivos. A rastreabilidade deve funcionar como instrumento de inclusão progressiva, responsabilização e melhoria ambiental, e não apenas como mecanismo privado de transferência dos riscos regulatórios para os elos mais frágeis da cadeia.

A pecuária bovina configura, desse modo, um verdadeiro laboratório jurídico-institucional para a compreensão das novas formas de regulação transnacional. Nela, normas estatais, acordos internacionais, padrões voluntários, contratos privados, infraestruturas digitais e mecanismos de mercado interagem continuamente, tornando insuficiente a classificação baseada apenas na oposição entre hard e soft law. Sob a perspectiva axiomático-sistêmica, a questão central não é apenas identificar a origem formal de cada instrumento, mas examinar sua função, sua relação com as demais normas do sistema e seus efeitos sobre a justiça, a efetividade ambiental e a distribuição dos custos e benefícios da transição. A análise da pecuária permite, assim, demonstrar concretamente por que o soft law pode exercer funções relevantes de coordenação e especificação técnica, mas também por que sua legitimidade depende de inserção coerente em uma arquitetura pública de responsabilização, revisão e proteção dos atores vulneráveis.

SOFT LAW

O soft law ambiental pode ser recepcionado como um mecanismo de ajuste sistêmico nesses contextos complexos de oscilação normativa, oferecendo respostas normativas a situações de lacuna, tensão, novidade regulatória ou choque de normas que devem ser processadas por mecanismos internos de acomodação.

O soft law não é exterior ao sistema jurídico do direito internacional nem prova uma fragmentação que gera desordem global (Bartels; Wiemann, 2010). Trata-se de

mais um dos elementos normativos a serem considerados pela teoria axiomático-sistêmica. Ele tem densidade variável, mas está inserido em uma ordem jurídica mais ampla e também se submete aos critérios de coerência, legitimidade, finalidade e articulação axiológica. Não se trata de um fenômeno puramente político, desvinculado do ordenamento jurídico e imune a critérios de validação e condicionamento de conduta.

Dessa forma, o *soft law* é uma forma normativa funcionalmente relevante, embora não equivalente em densidade ao tratado ou à norma costumeira consolidada. O ponto central não é a obrigatoriedade formal isolada, mas a inserção sistêmica da norma e sua capacidade de operar em conformidade com os princípios estruturantes do ordenamento. A atuação da *soft law* na governança global, desloca a análise da oposição rígida entre obrigatoriedade e voluntariedade para os diferentes canais pelos quais normas, padrões e arranjos transnacionais efetivamente influenciam políticas e práticas domésticas.

A *soft law* pode produzir efeitos normativos, econômicos e institucionais relevantes por múltiplos canais simultâneos, especialmente quando articula homogeneização do discurso, taxonomias, regras de acesso ao mercado e passa a ser levada em consideração nas arenas domésticas de decisão, condicionando o acesso a recursos, gerando capacitação técnica e integrando governos locais, regionais ou nacionais a redes transnacionais (Cashore et al., 2015). Não é um direito “fraco”, mas “diferente”, atua de um modo complexo, cuja eficácia deriva justamente da combinação entre autoridade difusa, coordenação transnacional e capacidade de moldar comportamentos para além da coerção legal.

Embora o *soft law* possa ser politicamente mais viável, mais adaptável e útil em contextos de baixa capacidade estatal ou bloqueio político, sua eficácia empírica é limitada (Abbott; Snidal, 2000), sua adesão tende a ser modesta e seus efeitos materiais sobre o meio ambiente podem ser pequenos. Compromissos mais flexíveis, vagos ou não vinculativos tornam mais difícil determinar se estão sendo cumpridos. Assim, o *soft law* é mais facilmente ignorado, podendo se tornar um instrumento de *greenwashing*, causar baixa ambição substantiva e resultar na substituição indevida de medidas coercitivas por arranjos voluntários simbólicos.

Declarações, diretrizes, padrões técnicos, estruturas de *due diligence*, critérios de certificação, normas voluntárias de sustentabilidade, metas voluntárias e declarações internacionais funcionam, muitas vezes, como formas de estabilização provisória do sistema, até que haja consenso suficiente para a materialização de um direito mais denso ou até que a técnica esteja totalmente desenvolvida. Assim, sob a ótica axiomático-sistêmica, o *soft law* pode ser lido como um instrumento de transição normativa, pois não substitui a estrutura do sistema, mas ajuda a torná-lo operável diante da novidade e da urgência. No Anexo está uma tabela exemplificando os tipos de normas.

Um padrão privado pode continuar formalmente voluntário para o Estado, mas tornar-se economicamente obrigatório quando é exigido por um comprador dominante. Pode adquirir efeito probatório quando uma legislação o reconhece como elemento de avaliação de risco. Pode ser incorporado a contratos e transmitido sucessivamente aos fornecedores. Pode ainda tornar-se referência técnica de uma regulação obrigatória.

Nesse adensamento normativo, o soft law pretende ser juridicamente relevante e precisa ter mecanismos para tal em um sistema orientado pela justiça e pela coerência. Ele deve ser avaliado não apenas por sua existência, mas por sua performance normativa. Padrões voluntários e sistemas privados de certificação podem ser úteis, mas seus efeitos concretos tendem a ser limitados. Muitas vezes, a governança voluntária gera pouca adesão, baixo impacto ambiental, dependência de incentivos reputacionais e capacidade estrutural insuficiente.

O adensamento normativo não constitui uma conversão linear do soft law em hard law. O instrumento originário pode permanecer formalmente não vinculante, enquanto uma norma jurídica, um contrato ou uma decisão administrativa autônoma lhe atribui funções de referência técnica, prova, presunção, condição de financiamento, parâmetro de auditoria ou requisito de acesso ao mercado. É necessário, portanto, distinguir a natureza originária do padrão dos critérios substantivos e da capacidade de responsabilização da base jurídica derivada que lhe confere efeitos em determinada relação, o que será melhor explicado na Discussão deste capítulo.

1.2 Teoria axiomático-sistêmica

No campo ambiental, a relevância do soft law decorre justamente da novidade dos problemas, da evolução científica e da necessidade de institucionalizar respostas procedimentais e graduais (Dupuy; Viñuales, 2018). A teoria axiomático-sistêmica, recepciona essa ideia. Para ela essa complexidade não significa que o direito perdeu sua unidade. Ao contrário, quanto mais complexa a agenda, mais necessária se torna uma metodologia interpretativa capaz de organizar diferentes normas, princípios, instituições e temporalidades.

Segundo a teoria axiomático-sistêmica do Direito Internacional, (Menezes, 2025), o Direito deve ser compreendido como uma ordem normativa dotada de coerência interna e articulada por princípios em comunicação axiológica, sendo teleologicamente orientado para a realização da justiça. Nessa ótica, a expansão temática do Direito Internacional não significa fragmentação ou dissolução do sistema, pois contradições, lacunas e choques normativos devem ser resolvidos pelo próprio sistema por meio de mecanismos internos de ajuste.

Leituras da expansão temática do direito internacional assentadas em poder,

hegemonia ou mera contingência política são próprias das relações internacionais (Barnett, 2009). Elas fazem sentido para a análise diplomática e política. No entanto, não fazem sentido para a interpretação jurídica, que precisa manter fidelidade à primazia lógica do direito, à coerência do sistema e ao seu sentido teleológico de justiça.

A teoria axiomático-sistêmica se distancia do voluntarismo clássico, consensualismo estrito, em que todas as obrigações derivam única e exclusivamente dos Estados (Triepel, 1966). Opõe-se ao realismo cético que submete o direito à política e poder (Morgenthau; Thompson; Clinton, 2006). Discorda do pluralismo fragmentário, em que conflitos entre regimes, tribunais e princípios não são apenas problemas de técnica jurídica; são sintomas de que o direito internacional é atravessado por projetos políticos concorrentes manifestados em disputas concretas sobre prioridades normativas, distribuição de autoridade e transformação do vocabulário jurídico internacional. (Koskeniemi, 2005).

Distingue-se do constitucionalismo multinível em que a limitação do poder e a proteção dos direitos dependem da integração entre normas, da recepção doméstica das normas internacionais e da atuação judicial, trazendo proteção efetiva nos termos que foram acordados internacionalmente (Petersmann, 2017). Para a teoria axiomático-sistêmica o Direito já está equipado para enfrentar, por seus próprios mecanismos internos, as oscilações do sistema, como lacunas, antinomias, conflitos de competência, tensões entre normas e desafios interpretativos, sem que isso implique fragmentação ou perda de unidade.

Nessa perspectiva, a coerência do Direito Internacional não decorre primordialmente de um processo de constitucionalização multinível orientado pela integração entre ordens normativas e pela judicialização protetiva, mas da existência de um fundamento axiológico comum, um sistema de princípios, normas e instituições em comunicação recíproca. Assim, a ordem jurídica internacional, em sua própria lógica interna, já contém os instrumentos necessários para ajustar-se, recompor-se e produzir respostas normativas consistentes, preservando sua unidade, sua completude funcional e seu sentido teleológico de realização da justiça.

3. DISCUSSÃO

A governança voluntária por meio de soft law não pode ser acolhida de maneira ingênua como meramente adicional ou como demonstração de boa vontade. Sua legitimidade sistêmica dependerá de duas etapas preliminares de qualificação — fonte de autoridade e mecanismo de adensamento — seguidas de quatro testes substantivos de legitimidade: coerência jurídico-axiológica, efetividade relativa à função, justiça procedimental e distributiva e responsabilização com capacidade de revisão.

O soft law pode especificar metodologias, limiares, indicadores, boas práticas

ou critérios técnicos. Isso lhe confere mais capacidade hermenêutica e operacional sem desgastes políticos ou rompimento da estrutura prévia do ordenamento. No entanto, se tais instrumentos forem utilizados para esvaziar obrigações preventivas ou reduzir padrões protetivos em nome da mera conveniência econômica, deixarão de atuar como um ajuste sistêmico legítimo, passando a operar contra o sistema e sua função axiológica.

Em muitos casos, o impacto das iniciativas de soft law permanece limitado em escala. Embora padrões voluntários, certificações e compromissos privados possam induzir transparência, aprendizado institucional e alguma melhoria de conduta, sua capacidade de produzir transformação estrutural costuma ser reduzida pela adesão restrita, pela dependência de incentivos reputacionais e pela ausência de mecanismos robustos de implementação e responsabilização.

Ilustrando essas limitações, estão os 221 padrões alimentares internacionais notificados (FAO, 2025) e os 375 padrões privados de sustentabilidade (ITC, 2025). Mesmo após anos de expansão, a área certificada de oito das principais commodities agrícolas com certificação voluntária ainda está em torno de 7,9% (ITC, 2023) da área colhida global dessas culturas, o que revela a ausência de uma cobertura abrangente dos sistemas produtivos. Sob a perspectiva axiomático-sistêmica, a legitimidade do *soft law* não depende apenas de sua posição formal na hierarquia das fontes, mas da função que o instrumento desempenha no sistema jurídico, da compatibilidade de seus efeitos com os princípios estruturantes do ordenamento e de sua contribuição para a realização dos objetivos axiológicos que justificam a regulação ambiental.

O problema central não consiste, portanto, em decidir abstratamente se o *soft law* é ou não fonte do direito (Nasser, 2006), mas em verificar em que condições ele pode ser integrado legitimamente à ordem jurídica e em que circunstâncias passa a operar contra a lógica protetiva do Direito. Esse exame deve ser realizado em etapas complementares conforme resumido na tabela a seguir.

Etapa	Questão central	Critério de avaliação
Qualificação da autoridade	Quem produziu o instrumento e por qual procedimento?	Origem, representatividade, transparência e destinatários
Identificação do adensamento	Como o instrumento passa a produzir efeitos?	Incorporação legal, contratos, certificação, crédito, compras ou acesso ao mercado
Coerência normativa	O conteúdo respeita os princípios e objetivos do sistema?	Prevenção, precaução, integração, direitos, não discriminação e não regressão
Efetividade e adicionalidade	O instrumento produz mudança ambiental material?	Mudança de conduta, escala, cobertura, redução de danos e ausência de deslocamento
Justiça	Os custos, benefícios e decisões são distribuídos de forma equitativa?	Participação, diferenciação, apoio, transição e proteção dos vulneráveis
Responsabilização e revisão	Existem mecanismos de controle, contestação e atualização?	Transparência, auditoria, recurso, sanções, reparação e aprendizado

Tabela 2: Síntese do teste axiomático-sistêmico, elaborada pela autora.

Na pecuária, a diversidade de instrumentos é particularmente ampla. A produção e a comercialização de carne bovina são influenciadas por normas sobre segurança dos alimentos, sanidade animal, bem-estar, desmatamento, emissões de gases de efeito estufa, uso do solo, direitos humanos, rastreabilidade e condições de trabalho. Esses critérios podem ser estabelecidos por normas públicas obrigatórias, padrões técnicos internacionais, protocolos privados de compra, referenciais multissetoriais ou sistemas de certificação.

Um padrão pode ser produzido por organização internacional, organismo de normalização, associação empresarial, certificadora, instituição financeira, organização da sociedade civil ou arranjo multissetorial. Também devem ser examinados o procedimento de elaboração, a composição do órgão decisório, a participação dos atores afetados, a transparência das deliberações e a possibilidade de contestação. Um referencial elaborado de maneira aberta, tecnicamente fundamentada e representativa possui condições de legitimidade distintas de uma exigência definida unilateralmente por compradores dominantes.

Essa qualificação inicial não determina, por si só, a legitimidade do instrumento, mas permite compreender sua autoridade prática. Os padrões voluntários raramente produzem efeitos relevantes exclusivamente por sua capacidade persuasiva. Em geral, eles passam por um processo de adensamento normativo, sendo incorporados a contratos, políticas de compras, linhas de crédito, procedimentos de certificação, auditorias, obrigações de devida diligência, regulamentos administrativos ou requisitos de acesso a mercados.

O mesmo padrão pode permanecer meramente orientativo em uma cadeia e tornar-se economicamente compulsório em outra. Uma exigência de rastreabilidade, por

exemplo, pode ser voluntariamente adotada por um produtor interessado em diferenciar sua produção. Entretanto, quando frigoríficos, varejistas ou instituições financeiras condicionam a compra, a concessão de crédito ou a manutenção do contrato ao cumprimento dessa exigência, o padrão passa a produzir efeitos equivalentes aos de uma obrigação. A adesão continua formalmente voluntária, mas a recusa de conformidade pode significar perda de mercado, financiamento ou relacionamento comercial.

O adensamento também ocorre quando regulações públicas, como o Regulamento Europeu sobre Produtos Livres de Desmatamento, exigem que operadores e importadores obtenham informações, realizem avaliação de risco e demonstrem a origem dos produtos. Certificações e padrões privados podem oferecer dados ou evidências auxiliares, mas não substituem automaticamente a responsabilidade jurídica do operador obrigado. A existência de um certificado não elimina o dever de verificar se os critérios legais foram efetivamente cumpridos.

Sobre a coerência normativa e axiológica o instrumento deve ser compatível com os princípios da prevenção, precaução, integração ambiental, não discriminação, proporcionalidade, participação, transparência, proteção dos direitos humanos e responsabilidades comuns, porém diferenciadas. Também deve respeitar a soberania regulatória dos Estados e considerar as diferentes capacidades econômicas, tecnológicas e institucionais dos produtores e países envolvidos.

Um protocolo voluntário pode detalhar critérios de rastreabilidade, indicadores de desmatamento ou procedimentos de auditoria. Contudo, será ilegítimo se permitir que a conformidade documental substitua obrigações legais, se admitir práticas ambientalmente proibidas ou adotar critérios inferiores ao nível de proteção previsto na legislação. A coerência deve ser não apenas formal, mas também teleológica: o padrão precisa contribuir efetivamente para a proteção ambiental e para a sustentabilidade, e não apenas evitar conflito direto com uma norma jurídica.

A existência de indicadores, auditorias ou certificados não comprova, isoladamente, que o instrumento alterou comportamentos ou produziu melhoria ambiental. Essa distinção é particularmente relevante para a rastreabilidade. Um sistema pode identificar o animal, a propriedade e o percurso comercial sem avaliar emissões, degradação do solo, biodiversidade, disponibilidade hídrica ou bem-estar animal. Rastreabilidade demonstra origem e movimentação, mas não equivale automaticamente à sustentabilidade. Da mesma forma, uma certificação pode melhorar uma parcela restrita da produção e, simultaneamente, manter os segmentos não certificados sob práticas menos exigentes, gerando “vazamentos” alteração da produção para segmentos menos exigentes. A efetividade deve ser avaliada em relação ao impacto total da cadeia e aos riscos de deslocamento do dano para outros fornecedores, regiões ou mercados.

Devem ser identificados os agentes responsáveis pelos custos de geolocalização, coleta de dados, auditoria, segregação física, certificação e adaptação produtiva, bem

como aqueles que recebem os benefícios decorrentes do prêmio de preço, da preferência de compra, do acesso ao crédito ou da reputação ambiental. Há déficit de legitimidade quando produtores assumem integralmente os custos, enquanto frigoríficos, varejistas, importadores ou certificadoras concentram os benefícios.

Produtores, trabalhadores, comunidades locais, povos indígenas, consumidores e países exportadores devem dispor de condições efetivas para participar da formulação e revisão dos critérios. Exigências aparentemente neutras, como auditoria independente, registros digitais e geolocalização, podem gerar efeitos desproporcionais sobre pequenos produtores situados em regiões com baixa conectividade, assistência técnica insuficiente ou insegurança fundiária. Instrumentos legítimos devem prever gradualidade, capacitação, financiamento e mecanismos de transição.

Por fim, os padrões precisam estar conectados a mecanismos de responsabilização, revisão e aprendizado. A transparência dos critérios, a independência das auditorias, a gestão de conflitos de interesse, a possibilidade de reclamação e a correção de erros são indispensáveis. O bloqueio de um fornecedor sem direito de contestação ou plano de reinserção pode transformar a governança ambiental em mecanismo privado de exclusão.

CONCLUSÃO⁴

A teoria axiomático-sistêmica parece especialmente adequada para rejeitar dois extremos que dominam parte do debate ambiental contemporâneo. O primeiro é o voluntarismo ingênuo, que presume que compromissos não vinculantes são suficientes porque geram aprendizado e convergência. O segundo é o ceticismo fragmentário, segundo o qual a proliferação de instrumentos, atores e fóruns provaria a dissolução do direito internacional.

Conflitos, lacunas e múltiplos níveis normativos podem e devem ser processados internamente pelo sistema jurídico internacional. O *soft law* é admissível e frequentemente necessário em temas novos e complexos, mas sua validade prática depende de sua inserção em uma arquitetura normativa orientada por princípios e capaz de produzir efeitos materiais verificáveis.

Dessa forma, ao pensarmos em mudança do clima, poluição e biodiversidade como problemas interdependentes, o *soft law* deve ser recepcionado como parte de uma gramática jurídica de integração. Ele pode aproximar a ciência, a política pública, o setor privado e a litigância, antecipar conteúdos normativos, oferecer métricas,

⁴ Este texto expressa exclusivamente as posições e interpretações da autora. As ideias, argumentos e conclusões nele apresentados são de sua inteira responsabilidade, não refletem necessariamente as posições institucionais, políticas ou orientações das organizações, universidades ou centros de pesquisa aos quais estão vinculados.

DIREITO ECONÔMICO INTERNACIONAL DO MEIO AMBIENTE NA PECUÁRIA: NOVAS RACIONALIDADES, SOFT LAW, GOVERNANÇA POR NORMAS VOLUNTÁRIAS, RASTREABILIDADE E REGULAÇÕES COM EFEITOS TRANSNACIONAIS

induzir padrões de conduta e auxiliar na orquestração entre regimes. No entanto, ele só será juridicamente consistente do ponto de vista axiomático-sistêmico se for reconduzido a princípios estruturantes, como prevenção, precaução, cooperação, proporcionalidade ecológica, justiça intergeracional e realização material da justiça. Sem essa recondução, o soft law corre o risco de funcionar como uma técnica de gestão sem juridicidade suficiente ou como um dispositivo político sem densidade normativa.

ANEXO 1: ALGUNS REFERENCIAIS, CERTIFICAÇÕES, PADRÕES E INSTRUMENTOS DE REPORTE APLICÁVEIS À PECUÁRIA SUSTENTÁVEL

Categoria	Instrumento	Escopo principal na cadeia pecuária	Natureza e mecanismo de funcionamento	Certifica produto ou propriedade?	Efeito potencial e principais limitações
Referencial multisetorial	Global Roundtable for Sustainable Beef – GRSB	Princípios, objetivos e critérios gerais para a sustentabilidade da pecuária bovina em escala global	Arranjo multisetorial que reúne diferentes segmentos da cadeia e orienta a elaboração de indicadores e processos nacionais ou regionais	Não. Atua como referencial e estrutura de coordenação	Favorece convergência conceitual, diálogo setorial e melhoria contínua. Por operar em nível geral, sua efetividade depende da incorporação de seus princípios por organizações, empresas, contratos e programas nacionais
Referencial multisetorial	European Roundtable for Beef Sustainability – ERBS	Sustentabilidade produtiva, bem-estar animal, desempenho ambiental e melhoria contínua na cadeia europeia	Plataforma regional de coordenação entre atores da cadeia da carne bovina	Não. Atua como referencial e estrutura de coordenação	Harmoniza objetivos no contexto europeu e orienta iniciativas nacionais. Seu alcance depende da adesão e dos mecanismos de implementação adotados pelos participantes
Referencial multisetorial	Mesa Brasileira da Pecuária Sustentável – MBPS, anteriormente GTPS	Promoção de boas práticas e desenvolvimento de referenciais para a sustentabilidade da cadeia brasileira	Arranjo multisetorial que articula produtores, indústrias, instituições financeiras, fornecedores, varejistas e sociedade civil	Não. Atua como referencial e estrutura de coordenação	Cria diálogo entre os diferentes elos da cadeia e adapta discussões globais ao contexto brasileiro. Sua autoridade prática depende da incorporação de suas orientações por empresas, políticas, protocolos e programas
Referencial corporativo e multisetorial	Accountability Framework initiative – AFI	Cadeias livres de desmatamento e conversão de ecossistemas, direitos humanos e políticas responsáveis de fornecimento	Conjunto de princípios e orientações empregado na formulação de compromissos empresariais, protocolos de compra e sistemas de monitoramento	Não. Atua como referencial e estrutura de coordenação	Pode orientar políticas corporativas de não desmatamento e de respeito aos direitos humanos. Não substitui a devida diligência nem comprova, isoladamente, a conformidade de cada fornecedor
Certificação e programa de garantia	CRSB Certified Sustainable Beef Framework, Canadá	Produção, processamento, sustentabilidade da carne bovina, cadeia de custódia e comunicação de alegações	Estrutura desenvolvida pela Canadian Roundtable for Sustainable Beef, com padrões, protocolos de garantia, verificação e regras para alegações	Sim, dentro do escopo do programa	Pode gerar diferenciação, preferência de compra e alegações verificadas. Sua credibilidade depende da robustez da auditoria, da cobertura da cadeia e da prevenção de alegações mais amplas do que o efetivamente verificado
Programa de garantia	Sustainable Beef and Lamb Assurance Scheme – SBLAS, Irlanda	Produção e gestão nas cadeias de carne bovina e ovinas, incluindo critérios de sustentabilidade	Programa administrado pela Bord Bia, baseado em auditoria e demonstração de conformidade	Sim, dentro do escopo do programa	Integra padrões voluntários a uma estratégia nacional de reputação e acesso a mercados. Não deve ser interpretado como comprovação automática de todas as dimensões possíveis da sustentabilidade
Certificação temática	Certified Humane	Bem-estar animal, condições de criação e práticas de manejo	Certificação baseada em requisitos específicos e procedimentos de verificação	Sim, dentro do escopo do programa	Permite diferenciação por atributos de bem-estar. Sua finalidade é temática e não comprova, por si só, ausência de desmatamento, baixo carbono, legalidade fundiária ou desempenho social abrangente
Certificação regulada	Certificação orgânica	Sistemas orgânicos de produção pecuária, manejo, alimentação e demais requisitos definidos no regime aplicável	A adesão inicial é voluntária; uma vez utilizada a alegação "orgânico", o cumprimento das normas legais e dos procedimentos de certificação torna-se obrigatório	Sim	Pode viabilizar diferenciação e acesso a mercados específicos. Certifica conformidade com o regime orgânico, mas não necessariamente todas as dimensões ambientais, climáticas e sociais da cadeia
Protocolo brasileiro	Protocolo Carne Baixo Carbono – CBC	Sistemas de produção associados à menor intensidade de emissões e ao aprimoramento do manejo produtivo	Protocolo voluntário de diferenciação da produção bovina	Sim, dentro do escopo do programa	Pode conectar práticas produtivas a atributos climáticos. Sua legitimidade depende de metodologia transparente, linha de base, mensuração, adicionalidade e verificação das reduções ou melhorias alegadas
Selo brasileiro	Selo Angus Sustentabilidade	Origem, qualidade e critérios de sustentabilidade na cadeia da raça Angus	Programa voluntário aplicado a uma cadeia produtiva e racial específica	Sim, dentro do escopo do programa	Integra diferenciação de origem e qualidade a critérios de sustentabilidade. Seu alcance permanece circunscrito aos produtores, animais e etapas efetivamente incluídos no sistema
Programa brasileiro	Sistema de Produção Sustentável de Bezerros	Fase de cria e produção de bezerros, situada no início da cadeia pecuária	Sistema voluntário direcionado à etapa primária e aos fornecedores anteriores ao frigorífico	Depende do desenho do programa e de seus mecanismos de verificação	Pode preencher uma lacuna relevante dos sistemas que controlam apenas fornecedores diretos. Sua efetividade depende da continuidade da informação entre cria, recria, engorda, frigorífico e produto final
Padrão técnico internacional	ISO 22000	Sistemas de gestão da segurança dos alimentos	Norma técnica voluntária, passível de certificação e incorporação a contratos ou requisitos comerciais	Não certifica diretamente a sustentabilidade do produto; pode fundamentar certificação do sistema de gestão	Uniformiza procedimentos de gestão da segurança dos alimentos. Seu objeto não é comprovar desempenho climático, desmatamento ou sustentabilidade ambiental abrangente
Padrão técnico internacional	ISO 22005	Rastreabilidade nas cadeias de alimentos e rações	Norma voluntária para desenho e implementação de sistemas de rastreabilidade	Não, isoladamente	Permite acompanhar a origem e o percurso dos produtos. A rastreabilidade demonstra identidade e movimentação, mas não comprova automaticamente sustentabilidade
Padrão técnico internacional	ISO 22095	Modelos de cadeia de custódia	Norma voluntária que organiza modelos como preservação de identidade, segregação e balanço de massa	Não, isoladamente	Favorece a transmissão de atributos e evidências ao longo da cadeia. O grau de garantia depende do modelo adotado, pois segregação e balanço de massa produzem níveis distintos de vinculação entre atributo e produto
Padrão técnico internacional	ISO/TS 34700	Gestão do bem-estar animal	Especificação técnica voluntária voltada à gestão de práticas relacionadas ao bem-estar	Não, isoladamente	Harmoniza procedimentos e terminologias, podendo apoiar protocolos e certificações. Não substitui auditoria nem comprova outras dimensões da sustentabilidade

ANEXO 2: ALGUNS REFERENCIAIS, CERTIFICAÇÕES, PADRÕES E INSTRUMENTOS DE REPORTE APLICÁVEIS À PECUÁRIA SUSTENTÁVEL

Categoria	Instrumento	Escopo principal na cadeia pecuária	Natureza e mecanismos de funcionamento	Certifica produto ou propriedade?	Efeito potencial e principais limitações
Padrão técnico internacional	ISO 14064-1	Inventários organizacionais de emissões e remoções de gases de efeito estufa	Norma voluntária para quantificação e reporte de emissões e remoções no nível organizacional	Não certifica produto	Pode apoiar inventários de frigoríficos, fazendas e outras organizações. Seus resultados dependem da definição de limites, qualidade dos dados, fatores de emissão e verificação
Padrão técnico internacional	ISO 14067	Pegada de carbono de produtos	Norma voluntária para quantificação e comunicação da pegada de carbono do produto	Não, isoladamente	Permite avaliar emissões associadas à carne ou a outros produtos. A comparabilidade depende de fronteiras, unidade funcional, metodologia e dados equivalentes
Padrão técnico internacional	ISO/IEC 17025	Competência de laboratórios de ensaio e calibração	Norma voluntária de gestão e competência técnica de laboratórios	Não certifica produto ou propriedade	Reforça a confiabilidade de testes laboratoriais utilizados para demonstrar conformidade sanitária, ambiental ou de qualidade. Não comprova, isoladamente, sustentabilidade
Padrão para resumos	Round Table on Responsible Soy – RTRS	Origem e sustentabilidade da soja empregada, entre outros usos, na alimentação animal	Padrão privado ou multisetorial com certificação e diferentes modelos de cadeia de custódia	Sim, para ração e derivados da soja	Amplia a análise da pecuária para a origem da alimentação animal. Segregação, balanço de massa e créditos oferecem graus distintos de conexão entre a soja certificada e o produto pecuário final
Padrão para coproduto	Leather Working Group – LWG	Desempenho ambiental do processamento e rastreabilidade do couro	Programa privado de avaliação e auditoria de curtimes e etapas de processamento	Sim, produtos, instalações e processos relacionados à fabricação de couro	Reforça critérios ambientais na cadeia do couro. Em seu modelo usual, a rastreabilidade alcança principalmente o frigorífico e não representa avaliação completa da propriedade pecuária
Padrão para cadeias associadas	Forest Stewardship Council – FSC	Produtos florestais, árvores e madeira empregados em sistemas integrados, instalações, embalagens ou cadeias relacionadas	Sistema privado de certificação florestal e cadeia de custódia	Sim, dentro de seu escopo florestal	Pode ser relevante em sistemas silvopastoris e no uso de madeira e embalagens. Não certifica diretamente a sustentabilidade da carne ou do rebanho
Metas corporativas	Science Based Targets Initiative – SBTi FLAG	Metas empresariais para agricultura, florestas e outros usos da terra	Instrumento voluntário para formulação e validação de metas climáticas corporativas	Não certifica produto	Incorpora emissões relacionadas à terra e compromisso de não desmatamento às metas empresariais. A existência de meta não equivale à comprovação de seu cumprimento ou do desempenho de cada fornecedor
Contabilidade corporativa	GHG Protocol Land Sector and Removals Standard	Contabilização empresarial de emissões e remoções no setor da terra	Padrão voluntário de contabilidade e reporte de gases de efeito estufa	Não certifica produto	Permite traduzir emissões, remoções e mudanças no uso da terra em inventários empresariais. A qualidade depende da disponibilidade, precisão e rastreabilidade dos dados primários
Reporte de sustentabilidade	GRU 13: Agriculture, Aquaculture and Fishing	Divulgação setorial de impactos econômicos, ambientais e sociais da agricultura, aquicultura, pesca e pecuária	Padrão voluntário de reporte corporativo	Não certifica produto	Estrutura divulgações sobre emissões, biodiversidade, solo, água, bem-estar animal e outras matérias. O reporte aumenta a transparência, mas não constitui, isoladamente, prova de melhoria ambiental
Divulgação de riscos relacionados à natureza	Taskforce on Nature-related Financial Disclosures – TNFD	Dependências, impactos, riscos e oportunidades relacionados à natureza	Referencial voluntário para avaliação e divulgação corporativa e financeira	Não certifica produto	Pode influenciar decisões de empresas, bancos e investidores relacionadas à pecuária. Seu foco é a integração dos riscos da natureza à governança e à decisão financeira, não a certificação do produto

Fonte: elaboração da autora com base na bibliografia refletindo tipologias e exemplos. Nota explicativa: a adoção voluntária não significa ausência de efeitos obrigatórios. Normas técnicas, referenciais e certificações podem adquirir maior densidade quando incorporados a contratos, políticas de compra, requisitos de financiamento, editais, regulações ou procedimentos de devida diligência. Também é necessário preservar a distinção entre rastreabilidade, que demonstra a identidade, a origem e o percurso do produto, e sustentabilidade, que exige avaliação substantiva de dimensões como emissões, desmatamento, biodiversidade, solo, água, bem-estar animal e condições sociais.

REFERÊNCIAS

ABBOTT, K. W.; SNIDAL, D.. Hard and soft law in international governance. **International Organization; Cambridge**, v. 54, n. 3, p. 421–456, Summer 2000.

ABIEC, Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne. **Beef Report 2026 - Perfil da Pecuária no Brasil**. , 28 maio 2026. Disponível em: <<https://abiec.com.br/publicacoes/beef-report-2026/>>. Acesso em: 27 jul. 2026

AGROICONE. **Assessments of EUDR Impacts on Brazil's Agricultural Supply Chains**. , 27 maio 2025. Disponível em: <<https://agroicone.com.br/portfolio/assessment-of-eudr-impacts-on-the-brazilian-supply-chain/>>. Acesso em: 28 maio. 2025

ARLOTA, C.; COSTA DE, H. K. M.. **Who is taking climate change seriously? Evidence based on a comparative analysis of the carbon capture and storage**

national legal framework in Brazil, Canada, the European Union, and the United States., 2021. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85139325244&doi=10.1016%2FB978-0-323-85250-0.00018-9&partnerID=40&md5=e88fc10d8785d05bf6911b991639afb3>>.

BARNETT, J.. Environmental Security. *In*: KITCHIN, Rob; THRIFT, Nigel (Orgs.). **International Encyclopedia of Human Geography**. International Encyclopedia of Human Geography. Oxford: Elsevier, 2009. p. 553–557.

BARTELS, A.; WIEMANN, D.. **Global Fragments: (Dis)Orientation in the New World Order: 90**. Amsterdam New York, NY: Brill, 2010.

BERNSTEIN, S.; CASHORE, B.. Complex global governance and domestic policies: four pathways of influence. **International Affairs**, v. 88, n. 3, p. 585–604, 1 mai. 2012.

BIELUCZYK, W. *et al.* Greenhouse gas fluxes in brazilian climate-smart agricultural and livestock systems: A systematic and critical overview. **JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION**, v. 464, 20 jul. 2024.

BISPO, S. Q. A. *et al.* TRACEABILITY OF AGRI-FOOD PRODUCTS: THE KEY TO CONSCIOUS TRADE. **Discussion Paper**, n. 3101, 2025.

BRASIL, Congresso Nacional. L14995/2024. Programa EcoInvest L14995/2024. 2024 a.

BRASIL, Executivo Federal. D11815/2023. Caminho Verde - PNCPD - Programa Nacional de Conversão de Pastagem Degradada D11815/2023. 2023.

BRASIL, Executivo Federal. **Brazil's NDC - National determination to contribute and transform - United Nations Framework Convention on Climate Change - Second Brazilian NDC**. Disponível em: <<https://unfccc.int/documents/643337>>. Acesso em: 27 fev. 2025b.

CASHORE, B. *et al.* The Role of Market Forces Across Multiple Pathways. *In*: PANWAR, Rajat; KOZAK, Robert; HANSEN, Eric (Orgs.). **Forests, Business and Sustainability**. London ; New York: Routledge, 2015.

CERRI, C. *et al.* Carbon farming in the living soils of the Americas. **FRONTIERS IN SUSTAINABLE FOOD SYSTEMS**, v. 8, 19 nov. 2024.

CHERUBIN, M. *et al.* Matéria orgânica do solo em áreas de pastagens no Brasil. *In*: [S.l.: S.n.]. p. 601–625.

COGLIANESE, C.. Environmental Soft Law as a Governance Strategy. **Jurime-**

trics, v. 61, n. 1, p. 19–52, 2020.

DUPUY, Pierre-Marie; VIÑUALES, J. E.. **International Environmental Law**. Cambridge: Cambridge University Press, 2018.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária; MARFRIG. **Dialogue Embrapa-Marfrig. Sustainable ranching: balancing productivity and conservation advancing low-carbon livestock systems in Brazil and Latin America**. , 2025. Disponível em: <https://thedialogue.org/wp-content/uploads/2025/11/Brazil-Program_Paper-01_FINAL_Nov.7.2025.pdf>.

EU, Comissão Europeia. Regulation (EU) 2023/1115. Regulation on Deforestation-free Products (EUDR). 2024.

GTPS, Mesa Brasileira da Pecuária Sustentável. **Mesa Brasileira da Pecuária Sustentável Grupos de Trabalho. Mesa Brasileira da Pecuária Sustentável**, 2022. Disponível em: <<https://pecuariasustentavel.org.br/grupos-de-trabalho/>>. Acesso em: 27 out. 2025.

HARFUCH, L. *et al.* **A Produção Brasileira de Gado de Corte e Seus Desafios Globais: um panorama sobre sustentabilidade, competitividade e futuro da pecuária. Agroicone -Marfrig**. , 12 dez. 2025. Disponível em: <<https://agroicone.com.br/portfolio/a-producao-brasileira-de-gado-de-corte-e-seus-desafios-globais-um-panorama-sobre-sustentabilidade-competitividade-e-futuro-da-pecuaria/>>. Acesso em: 12 dez. 2025.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2017**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/21814-2017-censo-agropecuario.html>>. Acesso em: 28 jul. 2026.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **SIDRA Pecuária Tabela 3939: Efetivo dos rebanhos, por tipo de rebanho**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3939>>. Acesso em: 29 mar. 2025.

IMAFLOA, Instituto de manejo e Certificação Florestal e Agrícola. **BOI NA LINHA**. , 2025. Disponível em: <<https://www.boinalinha.org/>>. Acesso em: 31 mar. 2025.

INPE. **PRODES — Coordenação-Geral de Observação da Terra**. Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/prodes>>. Acesso em: 17 mai. 2021.

ITC, International Trade Center. **The State of Sustainable Markets 2023: Statistics and emerging trends**. [S.l.: S.n.].

KOSKENNIEMI, M.. **From Apology to Utopia: The Structure of International Legal Argument**. New York: Cambridge University Press, 2005.

MAIA, S. M. F. *et al.* Sustainable intensification of Brazilian pastures reconciles food security with large-scale soil carbon sequestration. **Journal of Environmental Management**, v. 413, p. 130346, jul. 2026.

MAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano ABC — Português (Brasil)**. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/plano-abc>>. Acesso em: 30 jul. 2021.

MAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano Safra 2023/2024 incentiva sustentabilidade e conta com 13 programas para investimentos entre eles o RenovAgro**. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/plano-safra-2023-2024-incentiva-sustentabilidade-e-counta-com-13-programas-para-custeio-comercializacao-e-investimentos>>. Acesso em: 10 ago. 2023.

MARANGONI, N.. **Sustentabilidade na cadeia da carne: Caminhos para o Brasil e os aprendizados do P4F**. São Paulo, SP: Agroicone Ltda, 2023.

MARTINS, M. M. V.; LEAL, A.; CEZAR, R. F. Measuring forest-related depth in preferential trade agreements: the forest provisions depth index. **World Development**, v. 205, p. 107442, set. 2026.

MARX, A. *et al.* **Global governance through voluntary sustainability standards: Developments, trends and challenges - Marx - 2024 - Global Policy - Wiley Online Library**. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1758-5899.13401>>. Acesso em: 13 maio. 2026.

MENEZES, W.. **Axiomatic-systemic theory: The foundation of International Law**. , 2025. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/1vxy5ZJPe3vD_kq8LyyZK1zlasZ2asFML/view?usp=sharing>

MORGENTHAU, H. J.; THOMPSON, K. W.; CLINTON, D.. **Politics Among Nations**. Boston: McGraw-Hill Humanities/Social Sciences/Langua, 2006.

NASSER, S. H.. **Fontes e Normas do Direito Internacional. Um Estudo Sobre a Soft Law**. São Paulo: Atlas, 2006.

PATTBERG, P.; WIDERBERG, O.. Transnational multistakeholder partnerships for sustainable development: Conditions for success. **Ambio**, v. 45, n. 1, p. 42–51, fev. 2016.

PETERSMANN, E. U.. **Multilevel Constitutionalism for Multilevel Gover-**

nance of Public Goods: Methodology Problems in International Law. Oxford ; Portland, Oregon: Hart Publishing, 2017.

REDE ILPF. **Rede ILPF – Integração Lavoura-Pecuária-Floresta.** , 2025. Disponível em: <<https://redeilpf.org.br/>>. Acesso em: 18 fev. 2025

REI, F. International Environmental Law in Times of Multilateral Crisis: : Brief Reflections to Global Environmental Governance. **Direito e Negócios FAAP**, v. 1, n. 5, 7 jul. 2026.

TNC, The Nature Conservancy. **Rastreabilidade de gado no Pará pode gerar impacto de até US\$ 1 bilhão.** Disponível em: <<https://www.tnc.org.br/conecte-se/comunicacao/artigos-e-estudos/rastreabilidade-gado-para-impacto-bilhao/>>. Acesso em: 2 maio. 2025.

TRIEPEL, K. H.. As Relações entre o Direito Interno e o Direito Internacional. **REVISTA DA FACULDADE DE DIREITO DA UFMG**, n. 6, p. 07–64, 1966.

UNCTAD, United Nations Conference on Trade and Development (ORG.). **The future of sustainable trade: due diligence initiatives, voluntary sustainability standards and developing countries.** Geneva: United Nations, 2025.

UNFCCC, United Nations Framework Convention on Climate Change. **What is the Triple Planetary Crisis? | UNFCCC.** Disponível em: <<https://unfccc.int/news/what-is-the-triple-planetary-crisis>>. Acesso em: 9 ago. 2024.

WILLIAMSON, O. E.. Economic Institutions: Spontaneous and Intentional Governance. **Journal of Law, Economics, & Organization**, 1991.

A INDÚSTRIA QUÍMICA BRASILEIRA DIANTE DAS URGÊNCIAS CLIMÁTICAS: CAMINHOS E OPORTUNIDADES PARA A DESCARBONIZAÇÃO

Camila Hubner Barcellos Devincentis¹

Flávio de Miranda Ribeiro²

RESUMO

O presente artigo analisa os desafios e oportunidades para descarbonização da indústria química brasileira, argumentando que a transição do setor exige mais do que a substituição de combustíveis, incluindo a transformação das fontes de carbono utilizadas como matérias-primas - reorganizando sua origem, circulação e destino ao longo das cadeias produtivas. Com base na literatura científica, e principalmente em um estudo realizado pelo setor privado nacional, o trabalho destaca que a indústria química é simultaneamente um setor de difícil descarbonização (*hard-to-abate*) e de difícil desfossilização (*hard-to-defossilize*), pois continuará necessitando de carbono para fabricar produtos essenciais à sociedade. Nesse contexto, três estratégias complementares são apresentadas: economia circular, que reduz a demanda por carbono primário por meio da reutilização e reciclagem; uso sustentável de matérias-primas renováveis, como biomassa, resíduos, etanol, biogás e biometano; e a captura, utilização e armazenamento de carbono (CCUS) para emissões residuais. O artigo ressalta que nenhuma dessas alternativas é suficiente isoladamente, e sua viabilidade depende da disponibilidade de recursos. A transição exige, portanto, uma combinação de rotas tecnológicas adaptadas às condições territoriais e produtivas do Brasil, considerando custos, impactos ambientais e competição por recursos entre diferentes setores econômicos. Neste sentido, são identificadas vantagens comparativas relevantes, como: a elevada participação de fontes renováveis na matriz elétrica, a experiência com bioenergia, a disponibilidade de biomassa e resíduos e o potencial geológico para armazenamento de carbono. Entretanto, essas vantagens somente se converterão em competitividade mediante investimentos em inovação, infraestrutura, logística, avaliação de ciclo de vida, rastreabilidade, formação de mercados e coordenação entre políticas. O estudo conclui que a principal oportunidade brasileira está na integração entre carbono renovável, materiais circulares, energia de baixa emissão e captura de carbono, consolidando uma plataforma industrial competitiva, de maior valor agregado e ambientalmente íntegra.

¹ Química Industrial e Doutoranda em Direito Ambiental Internacional na Universidade Católica de Santos. Gerente Técnica da Assoc. Bras. da Indústria Química - ABIQUIM. camilahubner@unisantos.br

² Engenheiro e Professor Associado do Programa de Doutorado em Direito Ambiental Internacional da Universidade Católica de Santos.

PALAVRAS-CHAVE

Indústria química; Descarbonização; Economia Circular; Carbono renovável

ABSTRACT

This article examines the challenges and opportunities associated with the decarbonisation of the Brazilian chemical industry in the context of climate change. It argues that the sector's transition requires more than replacing fossil fuels with renewable energy sources, encompassing the transformation of carbon feedstocks and the reorganisation of their origin, circulation and destination throughout industrial value chains. Drawing on the scientific literature, and particularly on a recent study conducted by the Brazilian chemical industry, the paper highlights that the sector is both hard-to-abate and hard-to-defossilise, as it will continue to require carbon to manufacture products that are essential to society. In this context, three complementary strategies are discussed: the circular economy, which reduces demand for primary carbon through material reuse and recycling; the sustainable use of renewable feedstocks, including biomass, waste, ethanol, biogas and biomethane; and carbon capture, utilisation and storage (CCUS) to address residual emissions. The paper emphasises that none of these approaches is sufficient in isolation, and that their feasibility depends on resource availability. The transition therefore requires a portfolio of technological pathways tailored to Brazil's territorial and productive conditions, taking into account costs, environmental impacts and competition for resources across economic sectors. The study identifies several comparative advantages, including the high share of renewable electricity, extensive experience with bioenergy, the availability of biomass and waste, and favourable geological conditions for carbon storage. However, these advantages will only translate into industrial competitiveness through sustained investment in innovation, infrastructure, logistics, life cycle assessment, traceability, market development and policy coordination. The paper concludes that Brazil's greatest opportunity lies in integrating renewable carbon, circular materials, low-carbon energy and carbon capture into a competitive, higher value-added and environmentally robust industrial platform.

KEYWORDS

Chemical industry; Decarbonisation; Circular economy; Renewable carbon

INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas constituem um dos principais desafios contemporâneos para o desenvolvimento sustentável. O Sexto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2023) conclui que a influência humana sobre o sistema climático é inequívoca e que reduções rápidas, profundas e sustentadas das emissões de gases de efeito estufa (GEE) são indispensáveis para limitar o aquecimento global e reduzir seus impactos sobre os sistemas naturais, a economia e a sociedade.

Nesse contexto, a indústria ocupa posição estratégica. Além de responder por parcela relevante das emissões globais, produz materiais, equipamentos e insumos necessários à própria transição para uma economia de baixo carbono. A indústria química desempenha papel particularmente importante, pois fornece produtos essenciais para geração de energia, mobilidade, construção civil, agricultura, saneamento e saúde. Ao mesmo tempo, sua descarbonização apresenta dificuldades específicas, uma vez que além de seu uso energético, tanto o petróleo como o gás natural são utilizados também como matérias-primas para produtos químicos (Bashmakov et al., 2022).

Zanon-Zotin et al. (2024) estimam que aproximadamente 13% da produção mundial de combustíveis fósseis seja destinada a usos não energéticos e que, desse total, cerca de dois terços sejam empregados como matérias-primas para a produção de químicos básicos. A transição do setor exige, portanto, tanto a redução das emissões energéticas e de processo, quanto a substituição progressiva das fontes fósseis de carbono incorporadas aos produtos.

Esse desafio não será solucionado por uma única rota tecnológica, e estratégias distintas deverão atuar de forma complementar sobre a demanda por matérias-primas fósseis, a oferta de fontes alternativas de carbono e o tratamento das emissões residuais. Entre elas, destacam-se a circularidade dos materiais, o uso sustentável de matérias-primas renováveis e a captura, utilização e armazenamento de carbono (CCUS), cuja contribuição dependerá das características produtivas, da disponibilidade de recursos e das condições institucionais de cada país (Kätelhön et al., 2019; Meys et al., 2021; Gabrielli et al., 2023).

No Brasil, a elevada participação de fontes renováveis na matriz elétrica, a experiência com bioenergia, a disponibilidade de biomassa agrícola e florestal e o potencial de aproveitamento de resíduos agroindustriais podem favorecer o desenvolvimento de cadeias químicas de menor intensidade de carbono. Essas condições, entretanto, representam possibilidades, e não garantias. Sua conversão em resultados ambientais e econômicos dependerá de inovação, infraestrutura, financiamento, capacitação e coordenação entre políticas climáticas, industriais, energéticas, de bioe-

conomia e de economia circular.

Este capítulo discute os desafios da descarbonização da indústria química brasileira com base na literatura científica recente e em elementos públicos de análises prospectivas desenvolvidas para o setor, buscando apresentar as principais estratégias associadas à redução das emissões e à substituição do carbono fóssil, examinar suas potencialidades e limitações e analisar as condições que podem favorecer sua implementação no país.

1. O DESAFIO DA DESCARBONIZAÇÃO DA INDÚSTRIA QUÍMICA

Os produtos da indústria química estão presentes em praticamente todas as cadeias produtivas e são essenciais para agricultura, saúde, construção civil, saneamento, eletrônica, transportes e geração de energia. A Agência Internacional de Energia (IEA, 2018) e Bashmakov et al. (2022) mostram que tecnologias fundamentais para a transição energética também dependem de materiais e insumos químicos.

Essa dupla função posiciona o setor de forma singular no enfrentamento das mudanças climáticas. Ao mesmo tempo que precisa reduzir sua intensidade de emissões, continuará fornecendo materiais indispensáveis à transformação de outros segmentos econômicos. A transição climática depende, portanto, da redução das emissões da indústria química sem comprometer sua capacidade de inovar e produzir os insumos necessários às tecnologias de baixo carbono.

Segundo o IPCC (2023), as atividades industriais responderam por aproximadamente 24% das emissões diretas globais de GEE em 2019, percentual que alcança cerca de 34% quando consideradas as emissões indiretas provenientes do consumo de eletricidade e calor (Bashmakov et al., 2022). Na indústria química, o desafio é ampliado pela utilização de carbono fóssil como matéria-prima, além de fonte energética.

Por essa razão, Zanon-Zotin et al. (2024) caracterizam a indústria química não apenas como um setor *hard-to-abate*, de difícil redução de emissões, mas também como *hard-to-defossilize*, pois sua transformação exige substituir progressivamente as fontes fósseis de carbono empregadas nos produtos. A descarbonização deixa, assim, de ser exclusivamente energética e passa a envolver a reorganização da base material da produção química.

Essa transformação também possui dimensão econômica, já que a expansão de políticas climáticas, incluindo mecanismos de precificação de carbono, exigências de rastreabilidade e critérios ambientais nas cadeias globais tende a modificar as condições de concorrência. Produtos de menor intensidade de emissões podem representar não apenas um benefício climático, mas também um diferencial de acesso a

mercados e investimentos.

No Brasil, essas mudanças ocorrem paralelamente a desafios estruturais, como custos logísticos, dependência de determinadas matérias-primas, necessidade de ampliar investimentos em inovação e forte competição internacional. Ao mesmo tempo, a matriz elétrica renovável, a disponibilidade de biomassa e o potencial da economia circular oferecem condições que podem favorecer novas trajetórias produtivas. Sua transformação em vantagens competitivas dependerá, contudo, da articulação entre tecnologia, infraestrutura, financiamento e políticas públicas.

Nesse cenário, circularidade, matérias-primas renováveis e captura de carbono são reconhecidas como estratégias complementares para reduzir a demanda por carbono fóssil, ampliar a oferta de fontes alternativas e tratar emissões residuais (Käthehlön et al., 2019; Meys et al., 2021; Gabrielli et al., 2023).

2. A TRANSFORMAÇÃO DOS FLUXOS DE CARBONO NA INDÚSTRIA QUÍMICA

A descarbonização da indústria química extrapola a substituição de combustíveis fósseis por fontes renováveis de energia. Medidas como eficiência energética, eletrificação dos processos e uso de hidrogênio de baixa emissão podem reduzir as emissões associadas ao consumo energético, mas não eliminam a necessidade de carbono como matéria-prima para a fabricação de produtos químicos. O desafio específico do setor consiste, portanto, em transformar a origem, a circulação e o destino do carbono utilizado na produção, reduzindo progressivamente a dependência de recursos fósseis sem comprometer o fornecimento de materiais essenciais à sociedade (Gabrielli et al., 2023; Zanon-Zotin et al., 2024).

Zanon-Zotin et al. (2024) demonstram que a redução da demanda por combustíveis fósseis não conduz automaticamente à sua eliminação como matérias-primas industriais. Refinarias produzem simultaneamente combustíveis e insumos destinados à petroquímica, como nafta e gases liquefeitos. Dessa forma, mesmo que a eletrificação dos transportes reduza o consumo de gasolina e diesel, a insuficiência de fontes alternativas de carbono pode prolongar a utilização de petróleo e gás natural para a produção de químicos básicos. A desfossilização do setor químico deve, por isso, integrar as estratégias de transição energética, evitando que a redução dos usos energéticos seja acompanhada pela permanência pouco examinada dos usos materiais dos recursos fósseis.

A questão central não é eliminar o carbono da indústria química, pois esse elemento continuará presente na estrutura molecular de inúmeros produtos. Trata-se de reorganizar seus fluxos: reduzir a entrada de carbono fóssil virgem, manter materiais e moléculas em circulação pelo maior tempo possível, incorporar fontes renováveis

sob critérios de sustentabilidade e impedir (ou compensar) a liberação de emissões residuais. Essa perspectiva permite compreender o carbono não apenas como fonte de emissões, mas como recurso estratégico cuja gestão condicionará a viabilidade da transição industrial.

2.1 Carbono, circularidade e restrições de recursos

A reorganização dos fluxos de carbono ocorre em um contexto de recursos limitados. Gabrielli et al. (2023) analisam trajetórias para uma indústria química de emissões líquidas zero considerando restrições relacionadas à biomassa, à terra, à água, à eletricidade de baixa emissão e à capacidade de armazenamento geológico de dióxido de carbono. Os autores mostram que não existe uma configuração tecnológica universalmente aplicável, e as combinações mais adequadas variam conforme a disponibilidade regional de recursos, os custos de infraestrutura, a composição do sistema energético e as características da indústria instalada.

Em regiões com maior oferta sustentável de biomassa, matérias-primas renováveis podem assumir participação mais significativa. Em contextos marcados por restrições de terra e recursos biológicos, podem ganhar importância a eletrificação, o hidrogênio de baixa emissão e a utilização de CO₂. De modo semelhante, a disponibilidade de formações geológicas adequadas e de infraestrutura de transporte influencia o papel do armazenamento de carbono. A transição deve ser entendida, portanto, como um problema de alocação de recursos entre diferentes rotas tecnológicas e setores econômicos.

Biomassa, eletricidade renovável e capacidade de armazenamento de CO₂ também serão demandadas por atividades como transportes, geração de energia, siderurgia e produção de combustíveis. Sua destinação à indústria química deve considerar benefícios sistêmicos, impactos ambientais e usos alternativos, e não apenas a redução de emissões no interior de uma instalação. Essa abordagem é particularmente importante porque escolhas aparentemente favoráveis em escala setorial podem gerar pressões sobre o uso da terra, a disponibilidade hídrica, a biodiversidade ou a infraestrutura energética.

Zanon-Zotin et al. (2024) chegam à conclusão semelhante ao demonstrar que restrições à biomassa e ao CCS prolongam o uso de matérias-primas fósseis. Em cenários de maior disponibilidade, fontes alternativas poderiam suprir parcela expressiva das matérias-primas químicas até meados do século. Esses resultados não constituem previsões determinísticas, mas evidenciam que a transição depende da formação de cadeias de suprimento, infraestrutura e mercados capazes de disponibilizar carbono renovável, reciclado ou capturado em escala.

O conceito de economia circular do carbono contribui para integrar essas dife-

rentes possibilidades. No segmento de plásticos, Meys et al. (2021) demonstram que a combinação entre reciclagem, uso de biomassa e utilização de CO₂ pode reduzir a dependência de matérias-primas fósseis e apoiar trajetórias de emissões líquidas zero. Embora a análise se concentre nos plásticos, sua contribuição conceitual é mais ampla: atualmente nenhuma fonte alternativa consegue atender, isoladamente e sem restrições, à demanda de carbono da indústria química.

A circularidade atua inicialmente sobre a demanda por recursos naturais. Ao prolongar a vida útil dos produtos, ampliar a reutilização, recuperar materiais ou melhorar a eficiência material, reduz-se a quantidade de carbono novo que precisa entrar no sistema produtivo. Sua contribuição climática, entretanto, depende da substituição efetiva de matérias-primas virgens, da energia empregada nos processos, das perdas ao longo dos ciclos e do destino das frações não recuperadas. Mesmo em sistemas de elevada circularidade, perdas materiais e crescimento da demanda podem manter elevada a necessidade de carbono primário, inclusive de origem fóssil.

As matérias-primas renováveis podem atender parte dessa demanda. Biomassa agrícola e florestal, resíduos orgânicos, etanol, biogás, biometano e outros recursos biogênicos podem fornecer carbono para a fabricação de intermediários químicos e materiais. Contudo, a origem renovável não garante automaticamente menor impacto climático, já que o desempenho dessas rotas depende das emissões ao longo do ciclo de vida, de mudanças no uso da terra, da disponibilidade hídrica, de impactos na biodiversidade, da logística e da competição com alimentos e outros usos da biomassa.

Gabrielli et al. (2023) indicam que as limitações de terra e água condicionam fortemente a expansão dessas matérias-primas. Isso reforça a necessidade de priorizar sua aplicação em processos nos quais o carbono molecular seja indispensável e existam poucas alternativas, especialmente quando determinadas demandas energéticas podem ser atendidas por eletricidade de baixa emissão.

2.2 Facilitadores das trajetórias de descarbonização

A captura de carbono desempenha uma terceira função na reorganização desses fluxos, já que técnicas como a Captura e Estoque Geológico de Carbono (CCS), a Captura e Uso do Carbono (CCU) e a Bioenergia com Captura e Armazenamento de Carbono (BECCS) permitem o armazenamento permanente de emissões residuais, enquanto o CO₂ capturado também pode ser utilizado como insumo na produção de determinados produtos químicos. Essas funções, no entanto, não são equivalentes. O armazenamento geológico busca impedir que o carbono seja liberado à atmosfera por períodos muito longos, já a utilização pode apenas adiar essa liberação, dependendo da vida útil do produto e de seu destino.

Kätelhön et al. (2019) demonstram que a utilização de CO₂ apresenta potencial de mitigação, mas exige grandes quantidades de energia. Caso essa energia seja fornecida por fontes intensivas em carbono, parte do benefício pode ser anulada, ou as emissões podem ser deslocadas para outras etapas do processo. Além disso, quando o CO₂ é incorporado a combustíveis ou produtos de curta duração, tende a retornar à atmosfera após o uso. Assim, seu benefício climático depende, portanto, da origem do carbono capturado, da energia utilizada na conversão, do tempo de retenção no produto e do tratamento ao final do ciclo de vida.

Essa distinção é importante para evitar que toda captura ou utilização seja interpretada como remoção permanente. O CCS aplicado a emissões fósseis evita sua liberação, mas não retira carbono previamente acumulado na atmosfera. O BECCS, ao combinar biomassa e armazenamento geológico, pode produzir remoções líquidas quando o carbono absorvido durante o crescimento da biomassa é capturado e armazenado de forma duradoura. Já o CCU deve ser avaliado caso a caso por meio de uma perspectiva de análise do ciclo de vida.

Circularidade, matérias-primas renováveis e captura de carbono desempenham, assim, funções distintas e complementares. A circularidade reduz a demanda por carbono primário; a biomassa fornece carbono de origem renovável para a parcela que não pode ser atendida por materiais recuperados; e o CCS ou BECCS permite tratar emissões residuais e, em determinadas condições, produzir remoções. A utilização de CO₂ amplia o portfólio de matérias-primas, mas seu benefício depende das condições energéticas e da permanência do carbono.

Essa lógica encontra correspondência nas análises prospectivas desenvolvidas para a indústria química brasileira. A Associação Brasileira da Indústria Química (Abiquim), em infográfico elaborado com a Carbon Minds, identifica três facilitadores críticos da neutralidade climática do setor: a biomassa é apresentada como fonte renovável de carbono; a reciclagem, como forma de manter o carbono em circulação e reduzir a entrada de recursos fósseis virgens; e o CCS/BECCS, como solução para o armazenamento permanente de emissões residuais (Abiquim; Carbon Minds, 2025). A Figura 01 ilustra essa lógica.

	#1	#2	#3	#4	#5
ACCESSO A BIOMASSA	ABUNDANTE	LIMITADO	ABUNDANTE	ABUNDANTE	LIMITADO
ACCESSO A CCS	ABUNDANTE	ABUNDANTE	LIMITADO	ABUNDANTE	LIMITADO
ACCESSO A RECICLAGEM	ABUNDANTE	ABUNDANTE	ABUNDANTE	LIMITADO	LIMITADO

Figura 01: Cinco trajetórias tecnológicas (Abiquim; Carbon Minds, 2025)

A denominação “facilitadores” é particularmente adequada porque essas alternativas não representam soluções autossuficientes nem uma ordem fixa de prioridade. A disponibilidade de cada uma amplia as trajetórias possíveis, e sua restrição aumenta a dependência das demais e pode elevar custos, investimentos em infraestrutura ou importações. O estudo prospectivo brasileiro converge, nesse aspecto, com Gabrielli et al. (2023), Meys et al. (2021) e Zanon-Zotin et al. (2024), que demonstram a necessidade de combinar diferentes fontes de carbono e ajustar as soluções às condições territoriais e produtivas de cada país.

Circularidade, biomassa e CCS/BECCS devem, portanto, ser compreendidos menos como um catálogo isolado de tecnologias e mais como dimensões de uma nova gestão do carbono. Sua efetividade dependerá da disponibilidade de energia de baixa emissão, de critérios de sustentabilidade e rastreabilidade, de infraestrutura de coleta e recuperação de materiais, de redes de transporte e armazenamento de CO₂ e de instrumentos econômicos capazes de favorecer soluções com benefícios climáticos verificáveis.

3. OPORTUNIDADES E DESAFIOS PARA UMA TRAJETÓRIA BRASILEIRA DE DESCARBONIZAÇÃO

O reconhecimento de que as trajetórias de descarbonização dependem das condições territoriais, produtivas e institucionais permite analisar o Brasil a partir de suas especificidades. O país não precisa reproduzir integralmente as soluções formuladas para economias com estruturas energéticas e disponibilidades de recursos distintas, e pode desenvolver uma combinação própria aproveitando sua eletricidade renovável, a oferta de carbono biogênico, a disponibilidade de materiais recuperados

e as possibilidades de armazenamento de CO₂, desde que consiga transformar esses recursos em capacidade efetiva.

Historicamente, a competitividade da indústria química esteve associada ao amplo acesso a petróleo e gás natural, à escala das unidades produtivas e à integração com refinarias. Em uma economia orientada para a neutralidade climática, outros fatores tendem a ganhar relevância, como: disponibilidade de energia de baixa emissão, acesso sustentável a fontes renováveis de carbono, oferta regular de materiais secundários, infraestrutura de CO₂ e capacidade de mensurar a intensidade climática dos produtos.

Essa transformação pode alterar gradualmente a geografia econômica do setor. Regiões próximas a fontes de biomassa, resíduos recuperáveis, energia renovável ou locais adequados para armazenamento geológico podem apresentar novas condições para a atração de investimentos. A vantagem futura dependerá, contudo, menos da abundância isolada de um recurso e mais da capacidade de integrá-lo a infraestrutura, conhecimento tecnológico, mercados e políticas públicas.

3.1 Recursos nacionais e novas fontes de carbono

O Brasil reúne atributos relevantes para essa transformação, como a participação expressiva das fontes renováveis na geração de eletricidade, a experiência acumulada com etanol e bioenergia, a presença de cadeias agrícolas e florestais e a disponibilidade de resíduos agroindustriais, que podem favorecer o desenvolvimento de produtos químicos baseados em carbono renovável.

A biomassa apresenta importância específica, porque fornece o carbono molecular que a eletrificação, isoladamente, não pode oferecer. Cana-de-açúcar, materiais lignocelulósicos, resíduos agrícolas e florestais, biogás e biometano podem servir de matéria-prima para intermediários químicos e materiais. A oportunidade industrial não está apenas em ampliar o uso desses recursos, mas em convertê-los em moléculas e produtos de maior valor agregado.

O etanol de cana-de-açúcar ilustra essa possibilidade. Além do uso energético, pode atuar como insumo na produção de eteno e de outros intermediários, como já tem ocorrido na produção de polietileno de fonte renovável. Zanon-Zotin et al. (2024) indicam que, em cenários de mitigação, parte do bioetanol pode ser redirecionada dos transportes para a indústria química à medida que a eletrificação reduz a demanda por combustíveis líquidos. Essa mudança, porém, depende da competição entre usos, dos preços relativos e da disponibilidade sustentável da matéria-prima.

Biogás e biometano também podem desempenhar dupla função, como fontes de energia e de carbono. Sua utilização pode apoiar a substituição do gás natural

em aplicações térmicas ou como matéria-prima em processos. O aproveitamento de resíduos agroindustriais, especificamente, oferece ainda a possibilidade de articular descarbonização, gestão de resíduos e desenvolvimento regional.

Mas essas vantagens não devem ser apresentadas de forma acrítica, já que como exposto anteriormente o desempenho climático da biomassa depende das emissões do ciclo de vida, da produtividade, do uso da terra, da disponibilidade de água, da conservação da biodiversidade e da logística. A expansão desordenada pode intensificar monoculturas, deslocar outros usos da terra ou gerar impactos sociais e ambientais. Assim, sistemas de rastreabilidade, regras de monitoramento e verificação e avaliação de ciclo de vida são, portanto, indispensáveis para distinguir matérias-primas renováveis efetivamente sustentáveis.

A circularidade constitui outra fonte potencial de carbono para a indústria brasileira. Resíduos e materiais pós-consumo podem ser reinseridos nos sistemas produtivos, reduzindo a necessidade de matérias-primas virgens com amplas vantagens ambientais. Esse potencial depende, entretanto, da organização de sistemas de coleta, triagem, logística reversa e preparação capazes de fornecer materiais com qualidade, regularidade, rastreabilidade e respeito aos direitos humanos.

A economia circular, porém, não deve ser reduzida à ampliação das taxas de reciclagem. Ela envolve prevenção da geração de resíduos, redesenho de produtos, durabilidade, reutilização, eficiência material e formação de mercados para matérias-primas secundárias. Quanto maior a permanência dos materiais no sistema produtivo, menor a pressão sobre biomassa, recursos fósseis e tecnologias de captura. Zan-non-Zotin et al. (2024) observam que reduzir, reutilizar e reciclar materiais também pode diminuir a necessidade de investimentos em rotas tecnológicas mais complexas.

O Brasil apresenta ainda potencial para o armazenamento geológico de CO₂, mas sua conversão em uma alternativa efetiva depende de condições que ainda precisam ser desenvolvidas. O infográfico da Figura 01 reconhece o CCS/BECCS como facilitador crítico, e associa sua implementação à necessidade de políticas, investimentos e integração com a infraestrutura existente. A conversão do potencial de armazenamento em alternativa efetiva dependerá, portanto, do desenvolvimento de condições econômicas, regulatórias e logísticas adequadas (Abiquim; Carbon Minds, 2025).

A oportunidade não está, portanto, na adoção genérica do CCUS, mas na identificação de aplicações em que a captura e o armazenamento apresentem benefício climático e econômico comprovado. Fluxos de CO₂ mais concentrados, proximidade entre instalações e reservatórios e possibilidade de integração em polos industriais podem reduzir custos. Em contrapartida, fontes dispersas, baixas concentrações e longas distâncias tendem a tornar os projetos mais complexos.

No caso do BECCS, a combinação entre biomassa sustentável e armazenamento

geológico pode oferecer uma possibilidade particular para o Brasil. Entretanto, sua contribuição depende da sustentabilidade da biomassa, da captura efetiva do CO₂, da permanência do carbono no reservatório e da existência de infraestrutura adequada. Ou seja, o potencial técnico não deve ser confundido com viabilidade automática.

3.2 Da disponibilidade de recursos à capacidade industrial

A ampla oferta de biomassa, eletricidade renovável, resíduos recuperáveis e capacidade geológica no Brasil representa uma vantagem comparativa, mas não assegura, por si só, uma indústria química competitiva e de baixa emissão. Entre a disponibilidade do recurso e sua conversão em produto existe uma cadeia de requisitos tecnológicos, logísticos, financeiros e institucionais.

O primeiro deles é a inovação. Diversas rotas baseadas em carbono renovável, recuperação de materiais ou captura de CO₂ ainda enfrentam custos elevados, incertezas de desempenho ou maturidade comercial limitada. A passagem da pesquisa para plantas de demonstração e, posteriormente, para escala industrial envolve riscos que nem sempre são absorvidos pelo financiamento convencional. Instrumentos de apoio à pesquisa, ao escalonamento e às primeiras unidades comerciais são necessários para reduzir essas barreiras.

A infraestrutura constitui outro requisito transversal. Biomassa e resíduos são frequentemente dispersos, sazonais e volumosos, demandando sistemas específicos de coleta, armazenamento e transporte, por vezes a longas distâncias. Já a circularidade exige redes de logística reversa, triagem e processamento, ainda não totalmente desenvolvidas no país. O CCUS depende de instalações de captura, dutos ou outros meios de transporte, locais de armazenamento e sistemas de monitoramento. E por fim, a eletrificação industrial requer capacidade adicional de geração, transmissão e distribuição de energia, o que pode ser um desafio.

Também é necessário formar mercados para os produtos de menor intensidade de carbono. Em muitos casos, esses produtos apresentam custos iniciais superiores aos equivalentes fósseis, até por serem produzidos em menor escala e por cadeias produtivas ainda não completamente maduras. Compras públicas, padrões de desempenho, certificações, compromissos de aquisição e mercados de carbono operacionais podem contribuir para reduzir a incerteza da demanda, desde que utilizem critérios transparentes e evitem favorecer tecnologias sem comprovação.

A mensuração ambiental será igualmente decisiva nessa evolução. A coexistência de carbono fóssil, reciclado, biogênico e capturado exige metodologias de monitoramento, registro e verificação (MRV) capazes de avaliar as emissões ao longo do ciclo de vida, rastrear a origem das matérias-primas e determinar a permanência do carbono. Sem regras consistentes, produtos com desempenhos distintos podem rece-

ber tratamento semelhante, comprometendo a integridade das políticas.

Essa capacidade de mensuração também será relevante para a inserção internacional da indústria química brasileira. À medida que critérios climáticos passam a influenciar investimentos, contratos e acesso a mercados, como no caso que já ocorre na Europa, a possibilidade de demonstrar a intensidade de emissões dos produtos torna-se um componente da competitividade. A vantagem brasileira dependerá não apenas de produzir com menor emissão, mas de comprovar esse desempenho por meio de sistemas reconhecidos e comparáveis.

A transformação dos recursos nacionais em capacidade industrial envolve ainda uma escolha estratégica. O país pode limitar-se ao fornecimento de biomassa, energia ou matérias-primas de baixo valor agregado, ou pode desenvolver tecnologia, equipamentos, intermediários e produtos químicos mais sofisticados. O protagonismo pressupõe agregação de valor, domínio tecnológico e fortalecimento das cadeias produtivas nacionais, e não apenas exportação de recursos primários.

3.3 Políticas públicas e governança da transição

A estrutura recente das políticas brasileiras oferece instrumentos potencialmente relevantes para essa transformação. Vejamos alguns exemplos.

A Missão 5 da Nova Indústria Brasil, política federal de reindustrialização, incorpora bioeconomia, descarbonização, economia circular e transição energética às prioridades da política industrial, criando uma base para associar mitigação de emissões, eficiência de recursos, inovação e desenvolvimento produtivo (Brasil, 2024a). Sua importância para a indústria química reside na possibilidade de apoiar pesquisa, demonstração, infraestrutura e produção nacional de tecnologias e insumos de baixa emissão. Uma política industrial coerente e orientada à sustentabilidade pode contribuir para evitar que a transição climática seja atendida predominantemente por importações, e para conectar os recursos brasileiros a cadeias de maior valor agregado, criando diferencial competitivo.

Já a Estratégia Nacional de Bioeconomia, instituída pelo Decreto nº 12.044/2024, pode favorecer cadeias de carbono renovável, bioprocessos e critérios de sustentabilidade. Sua contribuição, contudo, dependerá de uma compreensão da bioeconomia que combine agregação de valor, uso eficiente dos recursos biológicos, conservação da biodiversidade e benefícios sociais, evitando sua redução à simples expansão da exploração de biomassa (Brasil, 2024b).

Por outro lado, a Estratégia Nacional de Economia Circular, instituída pelo Decreto nº 12.082/2024, e o Plano Nacional de Economia Circular podem fortalecer a retenção de materiais no sistema produtivo, a oferta de matérias-primas secundá-

rias e a articulação entre políticas de resíduos e desenvolvimento industrial (Brasil, 2024c; Brasil, 2025). Para a indústria química, sua efetividade dependerá da criação de mercados estáveis, padrões de qualidade, sistemas de rastreabilidade e incentivos ao desenho circular de produtos.

A Lei nº 15.042/2024, que institui o Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões, pode criar um sinal econômico para investimentos de menor intensidade de carbono. Seus efeitos sobre a indústria química dependerão da regulamentação, das metodologias de monitoramento, relato e verificação, dos critérios de alocação e do tratamento concedido às diferentes formas de captura, armazenamento, utilização e remoção de carbono (Brasil, 2024d).

Note-se que esses instrumentos cumprem funções distintas, mas potencialmente complementares. A política de bioeconomia pode apoiar a oferta sustentável de carbono renovável; a de economia circular pode reduzir a demanda por recursos virgens e fortalecer o carbono secundário; a do mercado de emissões pode atribuir valor às reduções verificáveis; e a de política industrial pode conectar essas agendas a inovação, infraestrutura, financiamento e capacidade produtiva.

Porém, o principal risco desse arranjo está na fragmentação. Políticas desenvolvidas de maneira isolada podem produzir incentivos contraditórios, duplicar instrumentos ou deixar lacunas entre oferta de recursos, infraestrutura e demanda. A transição da indústria química atravessa competências relacionadas a clima, indústria, energia, agricultura, resíduos, ciência, comércio exterior e meio ambiente. Sua governança exige objetivos comuns, metodologias compatíveis e coordenação entre órgãos públicos, setor produtivo e comunidade científica.

A construção de uma trajetória brasileira dependerá, portanto, menos do número de programas existentes e mais de sua capacidade de operar como uma arquitetura integrada. Essa articulação deve combinar critérios ambientais rigorosos, previsibilidade regulatória, apoio à inovação e mecanismos que reduzam o risco dos investimentos de longo prazo.

O diferencial brasileiro não reside em uma tecnologia isolada. Está na possibilidade de integrar eletricidade de baixa emissão, carbono renovável, materiais circulares, capacidade de armazenamento e uma base industrial já existente. Converter esse conjunto em protagonismo exigirá transformar recursos naturais em conhecimento, infraestrutura, produtos de maior valor agregado, empregos qualificados e reduções verificáveis de emissões.

Sob essas condições, a descarbonização pode deixar de ser apenas uma resposta às pressões regulatórias e climáticas e tornar-se uma oportunidade de transformação produtiva. O desafio decisivo não será somente disponibilizar carbono renovável, reciclado ou capturado, mas organizá-lo em uma plataforma industrial competitiva, ambientalmente íntegra e compatível com as exigências de uma nova economia glo-

bal, mais sustentável, circular, bio-based e de baixo carbono.

CONCLUSÃO

As mudanças climáticas impõem à indústria química um desafio que ultrapassa a redução das emissões associadas ao consumo de energia. A singularidade do setor reside na utilização do carbono como elemento estrutural de grande parte de seus produtos, de modo que sua transição exige não apenas substituir combustíveis fósseis, mas também transformar as fontes de carbono empregadas como matérias-primas. A descarbonização da indústria química deve ser compreendida, portanto, como uma reorganização da origem, da circulação e do destino do carbono ao longo das cadeias produtivas.

Essa transformação não poderá ser alcançada por uma única rota tecnológica, e a circularidade, as matérias-primas renováveis e a captura de carbono desempenham funções distintas e complementares. A circularidade reduz a demanda por carbono primário ao prolongar a permanência dos materiais no sistema produtivo; a biomassa sustentável pode fornecer carbono renovável para aplicações que não podem ser atendidas por materiais recuperados; e o CCS e o BECCS podem tratar emissões residuais e, em determinadas condições, produzir remoções duradouras. A utilização de CO₂ também pode ampliar o portfólio de matérias-primas, mas seu benefício climático depende da origem do carbono, da energia empregada, do tempo de retenção nos produtos e de seu destino final.

A análise realizada evidencia, contudo, que essas rotas estão condicionadas pela disponibilidade de recursos limitados. Biomassa, terra, água, eletricidade de baixa emissão e capacidade de armazenamento geológico são igualmente demandadas por outros setores, e não podem ser tratadas como recursos ilimitados. A construção de trajetórias de neutralidade climática exige, assim, portfólios tecnológicos ajustados às condições territoriais e produtivas, bem como decisões capazes de considerar impactos ambientais, custos de oportunidade e benefícios para o conjunto da economia, definindo prioridades de ação política.

No Brasil, a disponibilidade de eletricidade renovável, a experiência com bioenergia, as cadeias agrícolas e florestais, o potencial de recuperação de materiais e as possibilidades de armazenamento geológico podem favorecer uma trajetória própria de descarbonização. Esses atributos constituem vantagens comparativas relevantes, mas não asseguram, por si sós, protagonismo industrial. Sua transformação em vantagens competitivas dependerá da capacidade de gerar conhecimento, desenvolver infraestrutura, escalar tecnologias, formar mercados e produzir bens químicos de maior valor agregado e menor intensidade de emissões.

Nesse processo, a mensuração e a integridade ambiental serão fundamentais. A

coexistência de carbono fóssil, reciclado, biogênico e capturado exigirá critérios consistentes de avaliação do ciclo de vida, rastreabilidade das matérias-primas e comprovação das reduções ou remoções de emissões. Sem esses mecanismos, existe o risco de atribuir benefícios equivalentes a rotas com desempenhos climáticos distintos ou de transferir impactos para outras etapas das cadeias produtivas.

A efetividade da transição dependerá também de uma governança capaz de integrar política industrial, bioeconomia, economia circular, política climática, ciência, inovação e infraestrutura. Os instrumentos atualmente existentes no país oferecem elementos importantes para essa articulação, mas seu impacto será determinado pela coerência entre objetivos, incentivos, critérios de sustentabilidade e mecanismos de implementação. Mais do que ampliar o número de programas, será necessário organizá-los em torno de uma estratégia industrial de longo prazo.

Conclui-se, portanto, que a principal oportunidade brasileira não reside na adoção isolada de uma tecnologia, nem na simples abundância de recursos naturais. Ela está na possibilidade de integrar carbono renovável, materiais circulares, energia de baixa emissão e captura de carbono em uma plataforma industrial diversificada, competitiva e ambientalmente íntegra. A capacidade de realizar essa integração determinará tanto a contribuição da indústria química brasileira para a mitigação das mudanças climáticas quanto sua posição em cadeias globais progressivamente orientadas por critérios de sustentabilidade e menor intensidade de carbono.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA QUÍMICA; CARBON MINDS. *Trajetórias para a neutralidade climática da indústria química brasileira*. Info-gráfico institucional. São Paulo: Abiquim, 2025.

BASHMAKOV, I. A. et al. Industry. In: SHUKLA, Priyadarshi R. et al. (ed.). *Climate change 2022: mitigation of climate change: contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press, 2022. p. 1161-1244. DOI: 10.1017/9781009157926.013.

BRASIL. Conselho Nacional de Desenvolvimento Industrial. *Nova Indústria Brasil: plano de ação para a neoindustrialização 2024-2026*. Brasília, DF: Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços, 2024a.

BRASIL. Decreto nº 12.044, de 5 de junho de 2024. Institui a Estratégia Nacional de Bioeconomia. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, 6 jun. 2024b.

BRASIL. Decreto nº 12.082, de 27 de junho de 2024. Institui a Estratégia Na-

cional de Economia Circular. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, 28 jun. 2024c.

BRASIL. Lei nº 15.042, de 11 de dezembro de 2024. Institui o Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões de Gases de Efeito Estufa. *Diário Oficial da União*: Brasília, DF, 12 dez. 2024d.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços. *Plano Nacional de Economia Circular*. Brasília, DF: MDIC, 2025.

GABRIELLI, P. et al. Net-zero emissions chemical industry in a world of limited resources. *One Earth*, Amsterdam, v. 6, n. 6, p. 682-704, 2023. DOI: 10.1016/j.oneear.2023.05.006.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. *Climate change 2023: synthesis report*. Geneva: IPCC, 2023. DOI: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. *The future of petrochemicals: towards more sustainable plastics and fertilisers*. Paris: IEA, 2018.

KÄTELHÖN, A. et al. Climate change mitigation potential of carbon capture and utilization in the chemical industry. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, Washington, DC, v. 116, n. 23, p. 11187-11194, 2019. DOI: 10.1073/pnas.1821029116.

MEYS, R. et al. Achieving net-zero greenhouse gas emission plastics by a circular carbon economy. *Science*, Washington, DC, v. 374, n. 6563, p. 71-76, 2021. DOI: 10.1126/science.abg9853.

ZANON-ZOTIN, M. et al. Unaddressed non-energy use in the chemical industry can undermine fossil fuels phase-out. *Nature Communications*, London, v. 15, art. 8050, 2024. DOI: 10.1038/s41467-024-52434-y.

O DISCURSO ENERGÉTICO DE ELEMENTOS TERRAS RARAS NO REGIME INTERNACIONAL DA MUDANÇA CLIMÁTICA

Beatriz Garbim Veronese¹

RESUMO

O debate sobre a transição energética destaca os elementos terras raras (ETRs) como insumos estratégicos para a descarbonização, tema que é, por sua vez, de fundamental relevância para o regime internacional da mudança climática nesse sentido. Todavia, a dependência desses minerais para tecnologias limpas traz custos socioambientais e desigualdades diante do atual cenário de crise climática, demonstrando a necessidade de integração da gestão desses recursos aos instrumentos regulatórios de governança climática previstos pelo regime. Utilizando o método hipotético-dedutivo e a pesquisa bibliográfica, o objetivo geral deste artigo é investigar como a gestão de ETRs pode ser incorporada ao regime internacional da mudança climática. A presente análise, estruturada ao longo de três capítulos, busca responder aos seguintes objetivos específicos: como os ETRs se inserem no debate da transição energética; como o contexto da descarbonização é trazido pelo regime; e como conciliar a exploração de recursos naturais com o alcance dos compromissos climáticos globais. Com base nos resultados evidenciados e discutidos, conclui-se que os ETRs estão no centro do discurso energético atual, entretanto, conferem à transição energética um profundo paradoxo. Ao mesmo passo vital contra a crise climática, a dependência de recursos finitos à descarbonização, como os ETRs, revela externalidades negativas e práticas que contrastam com a própria agenda ambiental. Esse cenário evidencia lacunas no regime internacional da mudança climática, que clama por uma reconfiguração que internalize essa complexidade de elementos. Em última análise, o sucesso desse processo depende da somatória das estratégias domésticas de gestão dos ETRs, por meio de um esforço coletivo e institucionalizado, assegurando uma transição cada vez mais viável, segura, justa e sustentável.

PALAVRAS-CHAVE

Transição justa; Descarbonização; Minerais críticos; Governança; Multilateralismo.

¹ Bacharela em Ciências Biológicas e Mestra em Ciências (UFLA). Especialista em Sustentabilidade e Cidades Inteligentes e doutoranda em Direito Ambiental Internacional (UNISANTOS). E-mail: beatri-zveronese@unisantos.br.

ABSTRACT

The debate on the energy transition highlights rare earth elements (REEs) as strategic inputs for decarbonization, a topic of fundamental relevance to the international climate change regime. However, reliance on these minerals for clean technologies entails socio-environmental costs and inequalities amidst the current climate crisis, demonstrating the need to integrate the management of these resources into the climate governance regulatory instruments established by the regime. Employing the hypothetical-deductive method and bibliographic research, this article aims to investigate how REEs management can be incorporated into the international climate change regime. Structured in three chapters, the analysis addresses the following specific objectives: how REEs fits into the energy transition debate; how the regime addresses the context of decarbonization; and how to reconcile natural resource exploitation with the achievement of global climate commitments. Based on the findings and discussion, the study concludes that while REEs are central to the current energy discourse, they also present a profound paradox for the energy transition. Although vital for combating the climate crisis, the reliance on finite resources like REEs for decarbonization reveals negative externalities and practices that conflict with the environmental agenda itself. This scenario highlights gaps in the international climate change regime, calling for a reconfiguration that internalizes this complexity. Ultimately, the success of this process depends on the aggregation of domestic REEs management strategies through a collective, institutionalized effort, ensuring a transition that is increasingly viable, secure, equitable, and sustainable.

KEYWORDS

Just transition; Decarbonization; Critical minerals; Governance; Multilateralism.

INTRODUÇÃO

A urgência da transição energética global reflete as consequências das sociedades que foram moldadas historicamente pelos combustíveis fósseis, cujos hábitos de consumo e produção chegaram ao limite da sustentabilidade (Barbado; Leal, 2021). Em face da crise climática imposta, fontes alternativas ganham espaço, como é o caso dos elementos terras raras (ETRs), insumos empregados na produção de veículos elétricos, turbinas eólicas e painéis solares, principais promessas da indústria energética no enfrentamento ao clima (IEA, 2021; Santos-Fuser, 2023). Esses minerais críticos são componentes estratégicos para a descarbonização, tema fundamental para o Regime Internacional da Mudança Climática nesse sentido.

Regimes constituem arranjos institucionais de princípios, regras, normas e procedimentos de tomada de decisão, são baseados em uma arquitetura de governança e exigem cooperação entre as partes. Ao encontrar uma ampla gama de problemas, interesses e atores envolvidos, o regime internacional da mudança climática passa a ser visto sob uma perspectiva multifacetada, constituindo um complexo de fatores (Keohane; Victor, 2011). Diante desse contexto, os ETRs podem integrar o escopo do regime ao contribuírem com a revolução do sistema energético atual, uma das metas trazidas pelo Acordo de Paris.

Também podem ser integrados aos instrumentos mais recentes no âmbito da agenda climática, como os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (UN b, 2015) que incentivam a inovação e o uso de energia limpa, elementos promovidos pelo regime, enquanto prezam pela sustentabilidade da produção e da preservação do meio. Todavia, verifica-se uma tensão entre a necessidade de avanço na descarbonização e a falta de instrumentos que orientem a mineração responsável. Nesse contexto, é crucial integrar a gestão atual de ETRs ao regime internacional da mudança climática, frente a demanda cada vez mais inadiável de transição energética das sociedades.

Ainda no quadro da descarbonização, o processo de substituição dos combustíveis fósseis, que vem sendo protagonizado pelo emprego de ETRs, falha em contemplar os custos sociais e ambientais da exploração desses recursos, revelando uma incoerência a nível ecossistêmico (Delevingne *et al.*, 2020). Somado ao desmatamento florestal massivo, ao assoreamento e à poluição física e biológica, nota-se uma disparidade global estrutural, em que os países desenvolvidos controlam o acesso às principais matrizes e suas fontes de recursos (Milanez, 2021). Tratam-se, portanto, de questões que precisam ser administradas em prol da evolução do regime.

Por outro lado, também devem ser considerados os avanços e perspectivas decorrentes da incorporação dos ETRs nas estratégias de mitigação climática, especialmente em países emergentes que já contribuem em menor grau para as emissões de gases de efeito estufa no setor energético, como o Brasil. Além disso, a contribuição brasileira a nível de reservatórios de ETRs coloca o país em posição vantajosa para associar esse potencial ao fortalecimento das cadeias locais e ao incentivo do desenvolvimento tecnológico (Agência..., 2024; ANM, 2025). Assim, torna-se evidente a necessidade de ir além das abordagens atuais e incluir as lacunas jurídico-ambientais, que tendem a ser minimizadas, aos objetivos do regime.

Dessa forma, o presente artigo busca investigar como a gestão de ETRs pode ser incorporada ao regime internacional da mudança climática. A presente análise, estruturada ao longo de três capítulos, busca discutir os seguintes objetivos específicos: como os ETRs se inserem no debate da transição energética contemporânea; como os produtos da descarbonização são trazidos sob o olhar do regime; e como possibilitar caminhos para a exploração de recursos naturais com o alcance dos compromissos climáticos globais.

Como hipótese central deste artigo, pressupõe-se que a gestão de ETRs pode se tornar um modelo de governança a ser integrado ao regime internacional da mudança climática, se for acompanhada de instrumentos jurídico-ambientais sólidos que priorizem não apenas a abordagem econômica da cadeia de exploração, mas que considerem os custos socioambientais ao meio ambiente e às comunidades afetadas.

Quanto à metodologia, visando responder aos objetivos, serão utilizados o método hipotético-dedutivo e a abordagem qualitativa baseada em pesquisa bibliográfica e documental. O artigo será subdividido em três capítulos, descritos a seguir.

No primeiro capítulo, busca-se investigar de quais maneiras a exploração de ETRs está inserida nos discursos pró-transição energética, apresentando pontos de conflito e de diálogo entre a exploração desses recursos e os instrumentos da agenda ambiental. No segundo capítulo, busca-se centralizar a descarbonização como um dos pilares no enfrentamento às mudanças climáticas, trazendo seus produtos resultantes, incluindo os ETRs, sob a perspectiva do regime, seus instrumentos e princípios orientadores. No terceiro capítulo, busca-se abordar a relação entre a exploração de recursos naturais finitos e o alcance dos compromissos climáticos globais, ampliando o debate sobre sustentabilidade, governança e justiça climática e trazendo perspectivas à transição energética, no âmbito dos ETRs, com vistas ao avanço da agenda climática.

1. A INSERÇÃO DOS ELEMENTOS TERRAS RARAS NO DEBATE DA TRANSIÇÃO ENERGÉTICA CONTEMPORÂNEA

O colapso climático é **uma crise transnacional** agravada pela ação humana, que envolve uma série de processos físicos, químicos e biológicos conectados. Esse cenário tem levado a comunidade científica à **preocupação** global em reduzir progressivamente a emissão dos gases de efeito estufa (GEEs). Como um desses focos emissores centrais, o setor de energia é o motor responsável pela contribuição dos demais ramos dependentes, baseados principalmente na superexploração dos recursos naturais e em um modelo de produção e consumo que vem se mostrando cada vez mais inviável à manutenção planetária (Barbado; Leal, 2021; IPCC, 2023).

Nesse contexto, tem-se ampliado progressivamente a discussão acerca das chamadas “tecnologias limpas”. Conforme projeções da Agência Internacional de Energia, 2040 marca o ano em que a proporção mundial no uso de energias renováveis em detrimento das convencionais aumentará em 40%. Almejar uma transição energética significativa a nível global, produto da Quarta Revolução Industrial vigente, depende continuamente de inovações tecnológicas viáveis para suprir as demandas das sociedades. Essa modernização, por sua vez, exige uma ampla variedade de minerais críticos como matéria-prima (Bazilian, 2018).

Alguns deles são imprescindíveis, como o cobre, o níquel, o cobalto e o lítio, empregados na concepção de componentes de carros elétricos, chips eletrônicos, peças e baterias. Além desses, projeta-se o aumento da busca também por terras raras (IEA, 2021). De acordo com a União Internacional de Química Pura e Aplicada, os denominados elementos terras raras (ETRs), do inglês *rare earth elements* (REEs), correspondem aos quinze elementos da série dos lantanídeos, demarcados na tabela periódica pelos números atômicos 57 a 71, junto ao escândio e ao ítrio (IUPAC, 2024).

Considerados críticos por deterem propriedades físico-químicas singulares, os ETRs **são**, mais do que nunca, pilares estratégicos das tecnologias limpas. Seu uso é indispensável na fabricação de painéis solares, turbinas eólicas e componentes para veículos elétricos, elementos-chaves frente à crise climática (Santos-Fuser, 2023). Sistemas operacionais também dependem desses elementos, desde ímãs até materiais de alta complexidade e operação contínua, principalmente equipamentos médicos, dispositivos de comunicação, transporte e segurança (Melo, 2017).

No âmbito das tratativas para a transição energética contemporânea, as energias renováveis se apresentam como remodeladoras das relações internacionais, posicionando os ETRs no centro desse fenômeno. Além disso, a crescente demanda por minerais críticos, essenciais às tecnologias de baixo carbono, constitui em tempos atuais uma combinação indissociável entre energia e mineração. Nesse vínculo, a expansão dessas fontes encontra obstáculos para avanço, especialmente ligados à sua prospecção e sequência de processamentos (Tokimatsu *et al.*, 2018).

Os ETRs figuram hoje como as *commodities* mais suscetíveis a interferências geopolíticas, desempenhando papel econômico altamente estratégico para as disputas globais por tecnologia e recursos. Nesse cenário, o Brasil destaca-se como segundo maior detentor de reservatórios, fracionados nos estados de Minas Gerais, Goiás, Amazonas, Bahia e Sergipe, possível ator-chave capaz de contribuir para a diversificação da produção e do abastecimento global (Jones; Vasconcelos, 2025).

Todavia, em face desse panorama ainda instável, as oscilações no mercado e as barreiras de acesso impostas a recursos estratégicos como os ETRs, atrelado ao monopólio chinês atualmente consolidado, podem reconfigurar a cena geopolítica, estimulando países ocidentais a direcionar seu comércio aos reservatórios da África e da América Latina, principalmente (Melo, 2017). Com isso, a busca pela inserção nesses novos mercados correlaciona a questão estratégica das cadeias de ETRs, no **âmbito** da transição energética, a três questões principais: o fator climático, a competitividade tecnoindustrial e a segurança nacional (Nakano, 2021).

Diante desse tripé, diferentemente dos combustíveis fósseis, devem ser consideradas as quantidades elevadas de minerais que as energias renováveis demandam, como os ETRs, tornando-se um desafio viabilizar seu fornecimento sustentável, pa-

ralelamente à manutenção da segurança energética dos Estados dependentes. Essa situação reforça conflitos socioambientais, especialmente em países menos desenvolvidos ou que possuem vulnerabilidades pré-existentes, conjuntura que dificulta o enfrentamento coletivo ao clima (Santos-Fuser, 2023).

Nesse cenário, a transição para fontes renováveis é um passo essencial, ainda que desafiador, para viabilizar futuros modelos de produção que atendam às necessidades vigentes das sociedades perante a crise climática. Contudo, esse processo enfrenta resistência de arranjos institucionais enraizados na matriz fóssil, trazendo impactos geopolíticos e econômicos, além de acirrar conflitos entre países. A transição energética, portanto, **não** está isenta de custos em favor da descarbonização, pois **expõe vulnerabilidades e práticas** exploratórias que se mostram distantes dos princípios do direito ambiental internacional (Castro *et al.*, 2022).

É nesse sentido que a inserção dos ETRs, no âmbito da transição energética, exige uma mudança de paradigma, que se aproxime dos elementos contidos no regime internacional da mudança climática e que atue como um dos elos cruciais ao alcance da descarbonização, para que esse processo seja estruturalmente justo e equitativo. Diante desse paradoxo, devem ser considerados os produtos resultantes da conversão para uma sociedade de baixo carbono, reconhecendo tanto o imperativo global de redução de emissões de GEEs pelas fontes alternativas, quanto as consequências dos impactos resultantes da corrida por ETRs.

2. OS PRODUTOS DA DESCARBONIZAÇÃO SOB O OLHAR DO REGIME INTERNACIONAL DA MUDANÇA CLIMÁTICA

Desde a modernização das sociedades e a consequente modificação das paisagens naturais, o consumo excessivo e o esgotamento de recursos têm agravado os eventos climáticos e evidenciado o impacto da ação humana no planeta Terra, fato indiscutível em tempos atuais (Artaxo, 2020; IPCC, 2023). Como esses desdobramentos ultrapassam fronteiras territoriais e afetam sistemas **físicos, químicos e biológicos** interconectados, torna-se urgente fornecer subsídios para uma cooperação global, que possibilite o alcance de soluções viáveis.

Essa colaboração múltipla esbarra diretamente no conceito de governança, arquitetura que consiste na cooperação entre diferentes atores, suportada pela manutenção das instituições. Essas, por sua vez, ditam as regras do jogo, de acordo com organismos e tratados internacionais relevantes dentro de cada área do direito e das relações internacionais, fundamental para enfrentar os desafios vigentes (Gonçalves, 2011; Keohane; Victor, 2011). Um dos principais instrumentos responsáveis em institucionalizar esses esforços são os regimes internacionais.

Regimes podem ser conceituados como o conjunto de princípios, normas, re-

gras e procedimentos, explícitos ou implícitos, que orientam a tomada de decisões e alinham as expectativas dos diferentes atores em uma área específica (Krasner, 1983). Tratam-se, portanto, de dispositivos de governança que institucionalizam mecanismos para regular ações coletivas. Contudo, a efetividade desse arranjo é frequentemente testada por temas complexos e multifatoriais, como as mudanças climáticas.

Diante desse impasse, os instrumentos do regime internacional da mudança climática nascem após a Declaração de Estocolmo de 1972, que representou os primeiros passos da inserção da temática ambiental nas mesas de negociações. Duas décadas mais tarde, com a Declaração do Rio de 1992, são celebradas novas estruturas de administração e responsabilidades **são** acrescidas, conforme expande a participação dos atores. Desde então, da Convenção-Quadro ao Acordo de Paris, essa agenda global avançou, embora acompanhada de obstáculos mais desafiadores, como os eventos extremos que demandam protocolos coletivos (Scovazzi; Lima, 2021).

Sob a perspectiva construtivista, a cooperação internacional não se limita a interesses materiais ou de poder, sendo moldada por valores compartilhados e pelo conhecimento. O regime internacional da mudança climática exemplifica essa dinâmica, pois sua eficácia depende do embasamento científico. Nesse cenário, as metas de descarbonização consolidaram-se como foco principal, impulsionadas pelos relatórios e consensos das comunidades epistêmicas frente às emissões de GEEs (IPCC, 2023). Com isso, são os dados científicos que fornecem a base técnica para orientar decisões, superando as fronteiras e as inclinações individuais dos Estados.

Nesse sentido, a governança climática **é** articulada em três instrumentos principais: acordos internacionais, mecanismos voluntários de *soft law* e litigância climática, posicionando a descarbonização como pilar do regime, sob arranjo do Acordo de Paris. Esse modelo preza pela participação multinível e multisetorial, ao mesmo passo em que sinaliza ao mercado e aos governos subnacionais a necessidade de reestruturar as matrizes energéticas atuais, buscando alternativas ao longo da trajetória progressiva rumo à **neutralidade de** carbono (Rocha; Versiani, 2026).

Sob o reflexo das crescentes ameaças ambientais contemporâneas, a temperatura global tem convergido rapidamente para o limite crítico estipulado pelas diretrizes do Acordo de Paris, como principal resultado da emissão de GEEs (Laepple *et al.*, 2023). Diante desse cenário, diferentes papéis são atribuídos aos atores internacionais na busca pela manutenção do regime, cuja sustentabilidade a longo prazo depende diretamente do sucesso das estratégias de descarbonização.

Ações antrópicas baseadas em carbono **têm** intensificado os extremos climáticos, trazendo consequências devastadoras para os ecossistemas (Barbado; Leal, 2021). Todavia, ainda que o objetivo final da transição energética seja viabilizar padrões de consumo menos prejudiciais, os produtos finais das fontes alternativas podem revelar impactos adversos, como é o caso da mineração de ETRs, que tem como

base a exploração de elementos finitos e não renováveis (Deleavingne *et al.*, 2020).

A exploração de recursos naturais destaca a mudança do solo, impulsionada principalmente pelo desmatamento na Amazônia e no Cerrado, como protagonista nas causas de emissões de GEEs no Brasil (OBSERVATÓRIO DO CLIMA, 2025). Nesse sentido, a modificação da terra inclui, além da mineração, a monocultura e a agropecuária. Com isso, a atividade de extração de ETRs soma mais um componente de destruição ecossistêmica, afetando as regiões e as comunidades vulneráveis como povos originários e ribeirinhos, em sua maioria os mais atingidos (Lima, 2020).

Consonante com a geração de energia, um dos principais setores que contribuem com esse cenário de exploração, é preciso pontuar outras controvérsias entre os moldes convencionais e suas formas de substituição. A China, apesar de líder na produção de ETRs, também é a maior emissora global de GEEs atualmente (WRI, 2025). Além disso, os ETRs estão acumulados desproporcionalmente nos países, trazendo desdobramentos políticos, econômicos e socioambientais, além de insegurança nacional (Milanez, 2021). Portanto, o debate sobre transição energética deve integrar as formas de proteção aos impactos cumulativos gerados, bem como sua dispersão.

Os danos provenientes da mineração abrangem a supressão de grandes extensões florestais, a degradação do solo, o comprometimento da vegetação ripária, o assoreamento hídrico e a poluição do meio (Sakellariadou *et al.*, 2022). Ainda, a extração de ETRs traz riscos nucleares, uma vez que esses minerais são frequentemente associados a elementos radioativos, como tório e urânio. No Brasil, a junção do licenciamento ambiental às exigências nucleares **são os principais entraves às normativas vigentes, ainda insuficientes para** integrar todos os resultados envolvidos na mineração de ETRs e, portanto, na sua gestão (Da Silva, 2026).

Em vista disso, o avanço na cadeia de ETRs impõe condicionantes ao sucesso da descarbonização, sob a ótica do regime vigente. Conciliar a extração de minerais estratégicos com a agenda climática exige práticas de mineração responsável e tecnologias que garantam a segurança desse processo. Para que seja possível viabilizar esse modelo, cabe a **formulação** de políticas que incentivem a conformidade socioambiental, superando a lógica puramente punitiva, para proteger de forma efetiva os recursos naturais e as comunidades locais (Tokimatsu *et al.*, 2018; Santos, 2025).

Diante do exposto, os caminhos da descarbonização podem ocultar produtos que nem sempre são considerados pela pauta da transição energética, especialmente ao olhar para a mineração de ETRs voltada às tecnologias de combate ao clima. Com isso, clama-se ao regime internacional da mudança climática uma reconfiguração instrumental e operacional, suportada pelas metas de substituição fóssil, que considere a complexidade jurídico-ambiental na busca por soluções indispensáveis à nova era. Para que os avanços dessa agenda não desestabilizem o próprio regime, é fundamental mitigar as externalidades e, assim, os limites da exploração de recursos.

3. DA EXPLORAÇÃO DE RECURSOS AO ALCANCE DOS COMPROMISSOS CLIMÁTICOS GLOBAIS

Em 2023, o setor de energia respondeu por 68% das emissões globais de GEEs. Esse dado reflete o motivo pelo qual as estratégias de combate à crise climática contemporânea convergiram para o conceito de “transição para uma economia de baixo carbono” e que, devido ao protagonismo da matriz energética, tornou-se amplamente promovida como “transição energética” (UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME, 2024). Como resultado, a escala global das atividades extrativas das matérias primas empregadas nesse processo se expandiu, intensificando os impactos decorrentes da sua exploração (IEA, 2021).

Dentro desse quadro, a contribuição da mineração tem sido cada vez mais documentada, favorecida pela crescente demanda por minerais estratégicos que, conseqüentemente, passa a fazer parte desse cenário de emissões. No Brasil, a exploração minerária ainda carrega relevância histórica, configurando o molde da ocupação do território desde o período colonial. Em tempos atuais, a mineração continua sendo um dos pilares econômicos, na qual se incluem as cadeias de ETRs, tornando sua gestão fator decisivo para o desenvolvimento do país (Santos, 2025).

No âmbito da captação e beneficiamento, estima-se que, até 2060, a indústria de minerais críticos alcançará 21% das emissões de GEEs globais (OECD, 2019). Ao mesmo passo em que os insumos da mineração fomentam as tecnologias alternativas, também acarretam danos inerentes a sua própria exploração (Deleavingne *et al.*, 2020). Além disso, o emprego das tecnologias de baixo carbono aponta para uma relação desigual, na qual nações desenvolvidas detêm o uso das matrizes, enquanto os reservatórios se acumulam em países sem domínio do processamento e que são, historicamente, os mais atingidos pelos eventos climáticos (Milanez, 2021).

Nesse sentido, é na raiz do regime internacional da mudança climática que devem ser compreendidas as principais lacunas diante do sucesso da transição energética, considerando a busca por um processo minimamente justo. Portanto, atribuem-se obstáculos centrais no âmbito dos ETRs: como praticar a colaboração internacional frente ao esgotamento do meio natural; e como compatibilizar a exploração de um recurso estratégico para a agenda ambiental, sem esvaziá-la (Scovazzi; Lima, 2021).

Ao consistir em uma problemática ambiental sem fronteiras, os ETRs afetam a cooperação internacional e, por isso, devem ser discutidos à luz do direito ambiental internacional. A exploração predatória de recursos é a raiz das crises sistêmicas atuais, transformando a paisagem de forma drástica e carregando a sociedade a um cenário alarmante (Magalhães; Maia; Paiva, 2025). Dentro desse contexto, os elementos interconectados, que propiciam serviços ecossistêmicos essenciais, são desestabilizados e podem alcançar pontos de não-retorno (Rockström *et al.*, 2009).

Nisso, sob uma nova realidade imposta à sociedade humana, o cenário climático reforça a preocupação global com a redução das emissões de GEEs, vinculada à atual mineração e processamento de ETRs, bem como seus consequentes efeitos lesivos. Com isso, destaca-se o papel dos instrumentos vigentes, em especial das NDCs, que representam o cerne do regime climático ao delimitarem o nível de ambição dos países e seus compromissos de mitigação progressivos (UN a, 2015).

Para garantir resultados melhores com as próximas NDCs, **é necessário** estruturar planos setoriais que considerem capacidades internas e demandas por financiamentos externos, uma articulação vital para economias emergentes, conforme preconiza o Artigo 9 do Acordo de Paris. Essa dinâmica deve assegurar, prioritariamente, uma transição justa, integrando trabalhadores e promovendo diretrizes transversais, como o engajamento social e o amparo a grupos vulneráveis.

Ainda, para mitigar barreiras estruturais, deve ser priorizado o compartilhamento de experiências sobre as políticas climáticas já implementadas, visando avançar nas agendas de forma mais eficaz e segura (UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME, 2024). Assim, o grande sucesso da transição energética não depende apenas do alcance da descarbonização global, mas de certificar que a extração dos ETRs que a viabilizam considere também os custos da entrega desses resultados.

As implicações decorrentes da mineração extrapolam os limites físicos da área de extração, não só provocando danos ambientais e socioeconômicos, como também influenciando a estrutura normativa que regula a atividade minerária. Não obstante, o estudo de impacto, o licenciamento ambiental e a responsabilidade civil por reparação de danos são questões relevantes diante dessas novas demandas (Araújo, 2023). Nesse sentido, decisões frente à exploração de ETRs devem considerar temas como a proteção ecossistêmica e os direitos das pessoas atingidas.

Ademais, o debate deve incorporar o escopo corporativo, com ênfase nas empresas multinacionais do setor minerário. À medida que as novas dinâmicas entre atores não estatais expandem sua participação nas deliberações em matéria ambiental, refletindo os desdobramentos de sua própria regulamentação, as práticas de responsabilidade social corporativas tornam-se aliadas essenciais para aprimorar ações e mitigar riscos (Da Conceição Lima *et al.*, 2020), o que é crucial na governança de ETRs.

Outro mecanismo relevante são as debêntures incentivadas, títulos de dívida emitidos para o financiamento de projetos de infraestrutura. Regulamentadas pela Lei nº 12.431/2011, elas oferecem isenções fiscais estratégicas, tornando-se **opções** atrativas de investimento para vários setores da economia, inclusive o mineral. No **âmbito dos ETRs**, esse fluxo **é** fundamental para alavancar a produção local e subsidiar cadeias sustentáveis de exploração e suas tecnologias de beneficiamento, indispensáveis às nações emergentes, como o Brasil e suas regiões (IBRAM, 2025).

Ao impulsionar esses processos logísticos e produtivos com o amparo de estratégias de mitigação e adaptação, as políticas climáticas demandam amplo engajamento público, o que pressupõe transformações tanto nos hábitos de consumo quanto nas estruturas institucionais. Sob essa ótica, integrar o clima à agenda política é o primeiro passo para apoiar o âmbito local, representado pelos municípios, os primeiros a sofrer os impactos e responderem à resiliência (Ferreira; Martinelli, 2016).

A capacidade dos sistemas biológicos em retornarem ao seu estado estável após algum evento adverso é cada vez mais desafiada por cenários de reconfiguração ambiental, que possuem como eixo basal a exploração desmedida de recursos finitos. Assim, no âmbito da mineração, importantes alternativas têm sido reportadas nos estudos envolvendo minerais críticos, que são a reciclagem de ETRs por meio de produtos como lâmpadas fluorescentes e baterias, bem como a facilitação dos protocolos de obtenção e desmonte de componentes (Xavier *et al.*, 2019).

Adicionalmente, a recuperação de ETRs, como a monazita, a partir de rejeitos de outras atividades minerárias, como a extração de estanho na Amazônia, alinha-se aos princípios de economia circular e de aproveitamento integral dos recursos (Santos *et al.*, 2025). Essas abordagens podem mitigar os danos ambientais e, simultaneamente, reduzir a dependência do Estado por importações. Sob essa perspectiva, a integração dessas soluções sustentáveis na mineração pode impulsionar a segurança de suprimentos e acelerar o andamento das diretrizes climáticas.

Em suma, a experiência com os ETRs mostra que o enfrentamento à urgência climática exige reconfigurar a natureza exploratória de recursos-chaves. Nesse contexto, as contribuições do setor minerário dependem de superar o modelo linear por meio de soluções sustentáveis que se aproximem aos objetivos globais. Ao conciliar responsabilidade e segurança, as estratégias domésticas no âmbito dos ETRs podem, de fato, integrar-se ao regime internacional de mudança climática, buscando alavancar as diretrizes da agenda por meio de uma governança institucional e operacional, que assegure uma transição tão justa quanto ecologicamente viável.

CONCLUSÕES

As energias renováveis estão remodelando as relações internacionais contemporâneas, posicionando os ETRs como um dos eixos dessa transformação. Todavia, longe de ser um processo sem ônus, a transição energética **expõe práticas que conflitam** com os princípios do direito ambiental internacional. Embora vital contra a crise climática, a descarbonização carrega o desafio de garantir o fornecimento sustentável de recursos finitos, como os minerais. Esse cenário, além de enfrentar a resistência de estruturas ancoradas na matriz fóssil, agravando tensões geopolíticas e econômicas, revela contradições que fragilizam a própria agenda climática.

Além disso, a evolução do mercado de ETRs tanto favorece quanto prejudica o sucesso da descarbonização, uma vez que os caminhos rumo à transição justa frequentemente ocultam externalidades socioambientais que ameaçam a estabilidade climática. Diante desse paradoxo, o regime internacional da mudança climática demanda uma reconfiguração instrumental e operacional que incorpore essa complexidade. Pautadas na responsabilidade e sustentabilidade do processo, as abordagens devem considerar os custos da degradação ecossistêmica e convergir à articulação multilateral, elementos fundamentais para superar a dependência fóssil.

Em suma, as estratégias domésticas no âmbito dos ETRs **não podem operar isoladamente**, mas devem se integrar conjuntamente ao regime. O amadurecimento da agenda depende, portanto, de uma governança institucional e operacional robusta, capaz de transformar as políticas locais em vetores de um esforço coletivo. Somente assim será possível assegurar uma transição energética que seja não apenas tecnicamente viável, mas socialmente justa, segura e ecologicamente sustentável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA GOVERNO ELETRÔNICO DO BRASIL. **Estudo aponta que o Brasil estará entre os países com menor emissão per capita de gases de efeito estufa na produção e no uso de energia**. Brasília: Agência Gov., 21 out. 2024. Disponível em: <https://agenciagov.ebc.com.br/noticias/202410>. Acesso em: 30 jun. 2026.

AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO. **Sumário Mineral Brasileiro 2025**. Brasília: ANM, 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/anm/pt-br/assuntos/economia-mineral/publicacoes/sumario-mineral>. Acesso em: 23 jul. 2026.

ARAÚJO, M. C. G. de. **Recursos minerais estratégicos, atividade minerária e desenvolvimento econômico nacional: o caso dos elementos de terras raras (ETR)**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Jurídicas) – Universidade Federal da Paraíba, Santa Rita, 2023.

ARTAXO, P. As três emergências que nossa sociedade enfrenta: saúde, biodiversidade e mudanças climáticas. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 34, n. 100, p. 53-66, set. 2020.

BARBADO, N.; LEAL, A. C.. Cooperação global sobre mudanças climáticas e a implementação do ODS 6 no Brasil. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, v. 10, n. 3, e29110313290, mar. 2021.

BAZILIAN, M. D.. The mineral foundation of the energy transition. **The Extractive Industries and Society**, Amsterdam, v. 5, n. 1, p. 93-97, fev. 2018.

CASTRO, F. F. *et al.* (orgs.) **Transição energética e dependência por minerais críticos**: aspectos geopolíticos e socioambientais. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2022. *E-book*. (62 p.). (Série Estudos e Documentos; 111). ISBN 978-65-5919-041-6.

DA CONCEIÇÃO LIMA, L. C. *et al.* Soft law como herramienta del compliance socioambiental. **Revista Catalana de Dret Ambiental**, Tarragona, v. 11, n. 1, p. 1-37, jun. 2020.

DA SILVA, J. B. F. Regulação e exploração de terras raras no Brasil. **Revista ft**, Rio de Janeiro, v. 30, n. 157, p. 1-13, abr. 2026.

DELEVINGNE, L. *et al.* **Climate risk and decarbonization**: what every mining CEO needs to know. NY: McKinsey Sustainability, 28 jan. 2020. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/capabilities/sustainability/our-insights/climate-risk-and-decarbonization-what-every-mining-ceo-needs-to-know>. Acesso em: 30 mar. 2026.

FERREIRA, L. da C.; MARTINELLI, M.. Anthropocene: Governing Climate Change In China And Brazil. **Sociology And Anthropology**, Rio de Janeiro, v. 4, n. 12, p. 1084-1092, dez. 2016.

GONÇALVES, A. F. Regimes internacionais como ações da governança global. **Meridiano 47**, Brasília, v. 12, n. 125, p. 40-45, mai. /jun. 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO (org.). **Minerais críticos e estratégicos no Brasil**: um passaporte para o futuro. Brasília: IBRAM, 2025. *E-book*. (268 p.). ISBN 978-85-61993-22-1.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. Summary for Policymakers. In: TEAM, The Core Writing; LEE, Hoesung; ROMERO, José (eds). **Climate Change 2023**: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva: IPCC, 2023. p. 1-34.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **The Role of Critical World Energy Outlook Special Report Minerals in Clean Energy Transitions**. Paris: IEA, 5 maio 2021. Disponível em: <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-product/the-role-of-critical-minerals-in-clean-energy-transitions-2>. Acesso em: 30 jun. 2026.

INTERNATIONAL UNION OF PURE AND APPLIED CHEMISTRY. **Seabed mining and Blue growth**: Exploring the potential of the marine mineral deposits as a sustainable source of Rare Earth Elements (MaREE). North Carolina:

IUPAC, 2024. Disponível em: <https://iupac.org/project/2018-039-3-600/>. Acesso em: 18 jul. 2026.

JONES, F.; VASCONCELOS, Y.. **Mineração urbana pode reduzir impactos ambientais da produção das terras raras**. São Paulo: Pesquisa FAPESP, ed. 356, 2 out. 2025. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/mineracao-urbana-pode-reduzir-impactos-ambientais-da-producao-das-terras-raras/>. Acesso em: 20 jul. 2026.

KEOHANE, R. O.; VICTOR, D. G.. The regime complex for climate change. **Perspectives on Politics**, Cambridge, v. 9, n. 1, p. 7-23, mar. 2011.

KRASNER, S. D.. Structural causes and regimes consequences: regimes as intervening variables. In: KRASNER, Stephen D. (org.). **International Regimes**. Ithaca: Cornell University Press, 1983. p. 1-21.

LAEPPLÉ, T. *et al.* Regional but not global temperature variability underestimated by climate models at supradecadal timescales. **Nature Geoscience**, Londres, v. 16, n. 11, p. 958-966, nov. 2023.

LIMA, M. do S. B. de. Expansão da cadeia da soja na Amazônia setentrional: os casos de Roraima e Amapá. **Boletim de Geografia**, Maringá, v. 38, n. 2, p. 79-93, dez. 2020.

MAGALHÃES, M. P.; MAIA, R. R.; PAIVA, J. M. R. de. Todo Antropoceno se desfaz na restauração da Amazônia ancestral. **Revista Políticas Públicas & Cidades**, Curitiba, v. 14, n. 7, p. e2462, set. 2025.

MELO, F. R.. A geopolítica das terras raras. **Carta Internacional**, Belo Horizonte, v. 12, n. 2, p. 219-243, set. 2017.

MILANEZ, B.. **Crise climática, extração de minerais críticos e seus efeitos para o Brasil**. Juiz de Fora: Diálogo dos Povos; MAM; PoEMAS; SINFRAJUPE, 2021. *E-book*. (29 p.). (Cadernos Diálogo dos Povos). DOI 10.6084/m9.figshare.16903480.

NAKANO, J.. **The geopolitics of critical minerals supply chains**. Washington, DC: CSIS, 11 mar. 2021. Disponível em: <https://www.csis.org/analysis/geopolitics-critical-minerals-supply-chains>. Acesso em: 20 jul. 2026.

OBSERVATÓRIO DO CLIMA. **Análise das emissões brasileiras de gases de efeito estufa e suas implicações para as metas climáticas do Brasil (1970-2024)**. Relatório Analítico. Brasília: SEEG, 2025. Disponível em: <https://seeg.eco.br/relatorios/>. Acesso em: 23 jul. 2026.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. **Global Material Resources Outlook to 2060: Economic Drivers and Environmental Consequences**. Paris: OECD Publishing, 12 fev. 2019. Disponível em: https://www.oecd.org/en/publications/global-material-resources-outlook-to-2060_9789264307452-en.html. Acesso em: 3 jul. 2026.

ROCHA, Ana Luísa Campos; VERSIANI, Fernanda Valle. Governança climática transnacional e o Acordo de Paris: da fragmentação à integração normativa na justiça climática. **Revista de Direito Econômico e Socioambiental**, Curitiba, v. 17, n. 2, p. e637, maio /ago. 2026.

ROCKSTRÖM, Johan *et al.* A safe operating space for humanity. **Nature**, United Kingdom, v. 461, n. 7263, p. 472-475, jan. 2009.

SAKELLARIADOU, Fani *et al.* Seabed mining and blue growth: exploring the potential of marine mineral deposits as a sustainable source of rare earth elements (MaREEs) (IUPAC Technical Report). **Pure and Applied Chemistry**, Berlin, v. 94, n. 3, p. 329-351, fev. 2022.

SANTOS, Júlio Edstron Secundino. DIREITO MINERÁRIO E MINERAÇÃO NO BRASIL: PERSPECTIVAS HISTÓRICAS E ECONÔMICAS. **Revista de Direito & Desenvolvimento da UniCatólica**, Quixadá, v. 8, n. 1, p. 38-58, set. 2025.

SANTOS-FUSER, Lucivânia. A geopolítica das Terras Raras e a inserção do Brasil. **Geopolítica (s): Revista de Estudios Sobre Espacio y Poder**, Madrid, v. 14, n. 1, p. 27-50, jun. 2023.

SCOVAZZI, Tullio; LIMA, Lucas Carlos. Do protocolo de Kyoto ao acordo de Paris. **Revista da Faculdade de Direito da UFMG**, Belo Horizonte, v. 78, p. 469-476, jan. /jun. 2021.

TOKIMATSU, K. *et al.* Energy modeling approach to the global energy-mineral nexus: Exploring metal requirements and the well-below 2°C **target** with 100 percent renewable energy. **Applied Energy**, Oxford, v. 225, n. 2, p. 1158-1175, set. 2018.

UNITED NATIONS a. **Paris Agreement**. United Nations Treaty Series, v. 3156, p.79. New York: UN, 12 dez. 2015. Disponível em: https://treaties.un.org/pages/ViewDetails.aspx?src=TREATY&mtdsg_no=XXVII-7-d&chapter=27&clang=_en. Acesso em: 23 jul. 2026.

UNITED NATIONS b. **Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development**. New York: UN, 21 out. 2015. Disponível em: <https://www.>

refworld.org/legal/resolution/unga/2015/en/111816. Acesso em: 23 jul. 2026.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. **Emissions Gap Report 2024**: No more hot air ... please!. Nairóbi: UNEP, 24 out. 2024. Disponível em: <https://www.unep.org/resources/emissions-gap-report-2024>. Acesso em: 23 jul. 2026.

WORLD RESOURCES INSTITUTE. **Historical GHG Emissions**. Washington, DC: Climate Watch, 2026. Disponível em: <https://www.climatewatchdata.org/ghg-emissions>. Acesso em: 23 jul. 2026.

XAVIER, L. H. *et al.* Sustainability and the circular economy: A theoretical approach focused on e-waste urban mining. **Resources Policy**, Londres, v. 74, n. 1, p. 101467, ago. 2019.

POLÍTICAS DE ADAPTAÇÃO CLIMÁTICA E A GESTÃO DE MACRO E MICRODRENAGEM NO PLANO DIRETOR DE PERUÍBE/SP¹

Raphael Alexandre Correia de Oliveira²

RESUMO

A cidade de Peruíbe possui grande destaque na Baixada Santista e no Estado de São Paulo, notadamente por suas unidades de conservação, como a Estação Ecológica Juréia-Itatins (EEJI), e por suas terras indígenas. Além disso, o município conta com expressiva vocação turística na região, abrigando significativa população flutuante. Contudo, em razão de fatores geomorfológicos, sociais e espaciais, a cidade enfrenta episódios de precipitação intensa, possuindo cerca de 27,0% de sua área urbanizada classificada como de alto risco para inundações. O presente artigo analisa o Plano Diretor de Peruíbe (SP) e sua relação com a gestão da macro e microdrenagem urbana no contexto de políticas de adaptação climática. Com base nas reflexões levantadas, discute-se se a eventual ineficiência do sistema de drenagem decorre menos de limitações legislativas do que de falhas na implementação legislação vigente. Conclui-se que, embora haja espaço para o aperfeiçoamento do Plano Diretor, há um grave descompasso em sua implementação, constatando-se que as diretrizes gerais não foram transformadas em realidade prática.

PALAVRAS-CHAVE

Plano Diretor; Peruíbe; Drenagem Urbana; Adaptação Climática.

ABSTRACT

The city of Peruíbe holds a prominent position in the Baixada Santista region and the State of São Paulo, notably for its conservation units, such as the Juréia-Itatins Ecological Station (EEJI), and its indigenous lands. Furthermore, the municipality has a strong tourist vocation in the region, hosting a significant floating population. However, due to geomorphological, social, and spatial factors, the city faces episodes of intense rainfall, with approximately 27.0% of its urbanized area classified as high risk for flooding. This article analyzes the Urban Plan of Peruíbe (SP) and its rela-

¹ **Nota Metodológica:** Foi utilizada a ferramenta de inteligência artificial Gemini 3.1 Pro, com intuito meramente assistencial em todo o texto, de modo a realizar revisões ortográficas e gramaticais de modo avançado, melhorando a coesão e fluidez.

² Mestrando - Universidade Católica de Santos – ralexandre@unisantos.br

tionship with urban macro and micro-drainage management within the context of climate adaptation policies. Based on the reflections raised, it discusses whether the potential inefficiency of the drainage system stems less from legislative limitations than from failures in implementing the current legislation. It concludes that, although there is room for improvement in the Urban Plan, there is a severe mismatch in its implementation, noting that the general guidelines have not been translated into practical reality.

KEYWORDS

Urban Plan; Peruíbe; Urban Drainage; Climate Adaptation.

INTRODUÇÃO

O município de Peruíbe, situado na Baixada Santista, destaca-se por sua expressiva cobertura de ecossistemas protegidos e por sua forte vocação turística, exercendo forte articulação regional no estado de São Paulo (Cornelian; Lopes, 2017). Contudo, a dinâmica de ocupação do solo e a expansão de sua malha urbana vêm esbarrando em severos desafios socioambientais, agravados por eventos hidrometeorológicos extremos que frequentemente colocam o município em situação de vulnerabilidade.

Apesar da importância do planejamento territorial para mitigar esses impactos, o município enfrenta recorrentes episódios de inundações e enchentes generalizadas, evidenciando que a infraestrutura urbana e os sistemas de drenagem muitas vezes não acompanham as demandas da ocupação e da severidade climática (G1, 2026). Nesse contexto de vulnerabilidade socioambiental e climática, o ordenamento territorial municipal encontra no Plano Diretor o seu principal instrumento normativo e estratégico para a organização das funções sociais da cidade e a garantia do bem-estar de seus habitantes.

A elaboração e a efetivação de um Plano Diretor fundamentam-se na necessidade de ordenar o território de maneira sustentável, integrando diretrizes de proteção ambiental, controle da impermeabilização do solo e gestão de riscos. No âmbito do município de Peruíbe, o Plano Diretor é regulamentado pela Lei Complementar nº 100/2007 e atualizado pela Lei Complementar nº 333/2023, cujas inovações recentes buscaram justamente incorporar princípios voltados à adaptação climática, aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030 e ao aprimoramento da gestão de riscos e da drenagem urbana.

No entanto, observa-se que a existência de um arcabouço normativo avançado não se traduz automaticamente em eficácia prática. A realidade urbana do município

demonstra um descompasso crítico entre o planejado e o efetivamente executado, esbarrando em limitações estruturais de gestão, na carência de planos integrados de macro e microdrenagem e em intervenções urbanísticas pontuais que intensificam a vulnerabilidade local.

Assim o presente trabalho pretende analisar a forma que o Plano Diretor de Peruíbe/SP incorpora as diretrizes de adaptação climática na gestão da macro e microdrenagem urbana, verificando se é suficiente frente aos desafios socioambientais do município. Logo a pergunta norteadora da pesquisa é o *“Como o Plano Diretor de Peruíbe/SP incorpora as diretrizes de adaptação climática na gestão da macro e microdrenagem urbana frente aos desafios socioambientais do município?”*.

Para alcançar este objetivo, a metodologia consistiu em pesquisa bibliográfica e análise documental, examinando os dispositivos da legislação urbanística municipal, o Plano Municipal de Saneamento Básico, cartas geotécnicas de suscetibilidade a inundações, além de dados jornalísticos e institucionais recentes que retratam os impactos de eventos climáticos extremos na cidade.

Parte-se da premissa de que eventual insuficiência no sistema de drenagem decorre menos por limitações normativas do Plano Diretor do que pelas falhas na implementação e na fiscalização dos instrumentos urbanísticos previstos na legislação municipal, aliadas à histórica ausência de investimentos em macro e microdrenagem e à legitimação da ocupação de áreas vulneráveis pela ação ou omissão do poder público.

A justificativa deste estudo reside na urgência de debater a efetividade das políticas urbanas e de adaptação climática em municípios costeiros vulneráveis, demonstrando que a segurança urbana e a resiliência socioambiental dependem diretamente da harmonização entre a norma jurídica, o planejamento hídrico e a execução de investimentos públicos adequados.

1. CARACTERIZAÇÃO TERRITORIAL E SOCIOAMBIENTAL DE PERUÍBE/SP

O município de Peruíbe possui uma extensão territorial aproximada de 32 mil hectares, sendo caracterizado pela forte preservação de seus ecossistemas. Cerca de 75,71% de sua área é coberta por vegetação nativa, e 56,26% está inserida em Unidades de Conservação (UC), que coexistem ainda com territórios tradicionais regularizados ou declarados, como as Terras Indígenas Peruíbe e Piaçaguera. Entre as áreas protegidas, destacam-se a Estação Ecológica Juréia-Itatins (EEJI), a Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE) da Ilha do Ameixal e a APA Cananéia-Iguape-Peruíbe, as quais resguardam importantes manguezais, restingas e encostas florestais no setor sul. A manutenção dessas reservas, no entanto, enfrenta desafios diários em decor-

rência do avanço de pressões antrópicas como o desmatamento, a caça, a extração ilegal de flora (palmito e bromélias), as ocupações irregulares e a expansão agrícola (Polis, 2012 *apud* Cornelian; Lopes, 2017).

A predominância de Unidades de Conservação e terras protegidas repercute diretamente na forma como o território se organiza estruturalmente. Como a maior parte da extensão municipal não pode ser urbanizada, a densidade populacional geral é consideravelmente baixa, girando em torno de apenas 209,53 hab/km². Por outro lado, a mancha urbana municipal efetivamente ocupada restringe-se a cerca de 11% do território total. A concentração da população nesse perímetro limitado faz com que a densidade na área urbana chegue a 17,3 hab/ha, demonstrando a intensa demanda por ordenamento do solo na faixa costeira onde a cidade se consolidou (Polis, 2012; IBGE, 2022).

Do ponto de vista socioeconômico e demográfico, Peruíbe se destaca pela forte articulação com o restante da Baixada Santista e pelo seu perfil turístico, recebendo fluxos que ultrapassam as fronteiras regionais e estaduais. De acordo com os dados populacionais consolidados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o município abriga uma população fixa de 68.344 habitantes, mantendo uma taxa de urbanização de cerca de 98% e apresentando um progressivo envelhecimento populacional em relação a décadas anteriores (a idade mediana do morador atingiu cerca de 38 anos, acompanhada pelo aumento no índice de envelhecimento regional) (IBGE, 2022).

Na estrutura do mercado de trabalho formal, os maiores empregadores concentram-se no setor de comércio e nos serviços, os quais englobam a rede de empreendimentos voltados ao turismo, bem como a administração pública. Esse perfil revela uma dependência econômica direta do fluxo de veranistas, o que é corroborado pelo fato de uma proporção significativa dos domicílios particulares permanentes ser destinada ao uso ocasional, exigindo que o município planeje suas estruturas de acolhimento para uma população flutuante que eleva consideravelmente a pressão sobre o espaço local durante os períodos de temporada (Polis, 2012 *apud* Cornelian; Lopes, 2017).

Essa expressiva variação sazonal de ocupação impõe graves desafios de infraestrutura socioambiental e de saneamento básico, sobretudo nas esferas de esgotamento sanitário e manejo de resíduos. Enquanto o sistema de abastecimento de água atinge bons índices de atendimento nas áreas mais densas da cidade, a rede pública de esgotamento é historicamente deficitária, sendo comum que um expressivo contingente de imóveis não disponha de conexão à rede coletora e dependa de soluções individuais de despejo, como fossas sépticas ou despejos inadequados. Do mesmo modo, a gestão de resíduos sólidos sofre o impacto direto do turismo: em períodos de alta temporada, a média de coleta diária e mensal do município cresce expressivamente em relação à média anual, direcionando toneladas adicionais de resíduos para

o sistema de disposição final da cidade (Peruíbe, 2022).

No que tange à gestão da drenagem urbana, a interação entre a topografia costeira, as áreas de mangue e a proximidade com encostas de Mata Atlântica torna o município suscetível aos impactos das cheias e das oscilações da maré. A deficiência na cobertura da rede de esgoto frequentemente se cruza com o sistema de drenagem pluvial, gerando sobrecarga nas galerias e despejos difusos em canais e corpos d'água urbanos. Dessa forma, torna-se imperativo que as políticas de planejamento territorial compatibilizem a expansão das redes de esgotamento e a implementação de obras estruturantes de macro e microdrenagem (Peruíbe, 2022).

A qualificação das estruturas de esgoto e escoamento pluvial deve ser dimensionada não apenas para a população residente habitual, mas também para o contingente de veranistas, aliando a proteção à saúde pública com a conservação dos ecossistemas costeiros e marinhos que sustentam a principal vocação econômica da cidade.

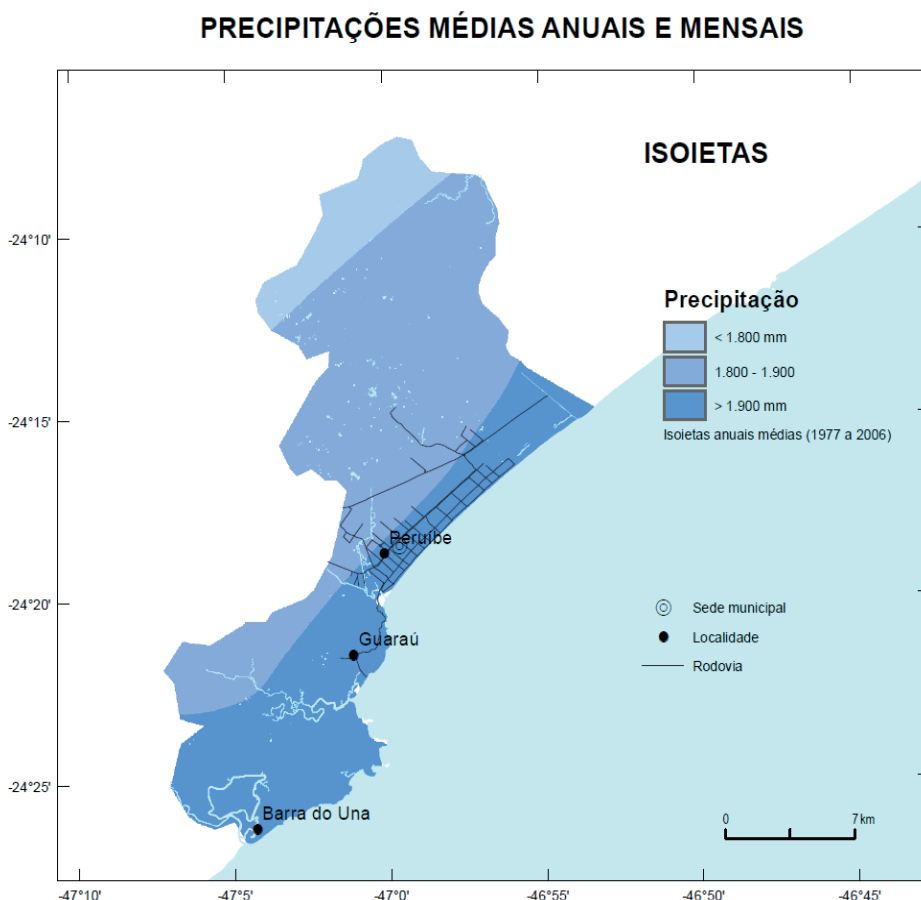
1.1 Diagnóstico das enchentes, inundações e eventos extremos

O risco de enchentes e inundações em Peruíbe resulta da interação entre padrões atmosféricos regionais, geomorfologia costeira e a evolução histórica do uso do solo. Por situar-se no litoral, o município recebe chuvas intensas que, ao atingirem uma planície topograficamente plana e com lençol freático raso, provocam alagamentos críticos e o transbordamento de cursos d'água.

Para compreender essa dinâmica e subsidiar medidas de resiliência urbana, esta análise fundamenta-se nos parâmetros climatológicos, altimétricos e geotécnicos da Carta de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundações (Peruíbe, 2015).

A distribuição pluvial do município apresenta variações espaciais expressivas, conforme ilustra a Figura 1. A menor parcela do território registra índices inferiores a 1.800 mm/ano (tonalidade azul clara), enquanto a maior parte da malha municipal situa-se entre 1.800 mm e 1.900 mm anuais (tonalidade azul normal), configurando o regime predominante.

Figura 1 – Precipitações Médias Anuais e Mensais de Peruíbe/SP



Fonte: Peruíbe (2015).

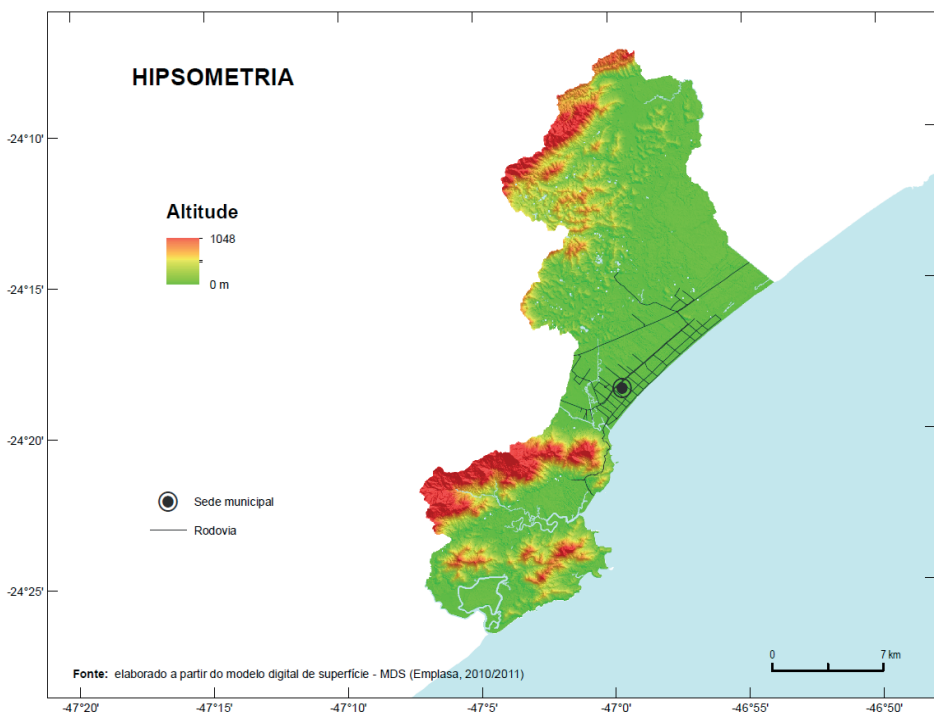
Também é possível perceber que os maiores volumes de precipitação, quais sejam, superiores a 1.900 mm anuais (tonalidade azul escura), concentram-se justamente na orla marítima. A sobreposição entre os índices pluviométricos mais elevados e a faixa de maior adensamento urbano e turístico potencializa a ocorrência de alagamentos severos durante eventos climáticos extremos.

Ademais, a severidade e a recorrência das inundações em Peruíbe são diretamente agravadas pela conformação altimétrica do município. A esmagadora maioria da superfície local situa-se na cota de 0 metro de altitude, correspondendo às extensas planícies costeiras e fluviomarinhas. Em expressivo contraste topográfico, ocorre

uma rápida transição altimétrica em direção à Serra do Mar, onde os relevos escarpados atingem o ponto culminante de 1.048 metros de altitude.

Esse acentuado desnível atua como um funil hidrológico natural: as águas precipitadas na serra escoam com alta velocidade em direção ao sopé e se acumulam rapidamente sobre a planície (0 m). Por apresentar declividade quase nula, a faixa costeira possui baixíssima capacidade de escoamento gravitacional em direção ao oceano, sobretudo nos períodos de preamar, dinâmica evidenciada pelo gradiente altimétrico da Figura 2.

Figura 2 – Hipsometria de Peruíbe/SP



Fonte: Peruíbe (2015).

A partir da integração entre o relevo, a pedologia e as características morfo-métricas das bacias de drenagem, a Carta de Suscetibilidade classifica o município em três níveis de propensão a inundações, evidenciando que a alta suscetibilidade decorre da combinação de planícies aluviais e marinhas atuais com declividades extremamente baixas ($< 2^\circ$) e solos hidromórficos mal drenados. Nesses locais, o nível

d'água subterrâneo é aflorante ou muito raso, o que anula a capacidade de infiltração do solo durante os picos de chuva e propicia alturas de inundação de até 1 metro em relação à borda da calha regular dos rios (Peruíbe, 2015).

As bacias de contribuição associadas a essa classe são grandes, de formato tendendo a circular, com alta densidade de drenagem e canais principais longos e sinuosos, fatores que retardam a evacuação das cheias e geram processos crônicos de inundação, alagamento e assoreamento. Esse estrato crítico abrange 58,1 km² (18,1% da extensão do município) e representa um fator de elevado alerta socioambiental, pois engloba 27,0% de toda a área urbanizada ou edificada de Peruíbe (Peruíbe, 2015).

As áreas de média suscetibilidade, por sua vez, desenvolvem-se sobre terraços fluviais e marinhos baixos ou em flancos de encostas suaves (< 5°), sobre solos hidromórficos e não hidromórficos de textura argilo-arenosa, com lençol freático raso a pouco profundo. Nessa classe, o extravasamento atinge alturas maiores, entre 1 e 2 metros acima da calha regular, porém associado a bacias de contribuição intermédias, de formato alongado a circular, com canais sinuosos a retilíneos de amplitude média (Peruíbe, 2015).

É de fundamental importância notar que, embora classificada como média suscetibilidade territorial (abrangendo 48,8 km² ou 15,2% do município), esta é a classe que concentra a maior parcela do tecido construído da cidade: 35,2% da área urbanizada ou edificada encontra-se nesse setor, evidenciando que mais de 62% das construções municipais estão posicionadas em faixas de média ou alta propensão a alagamentos, inundações e assoreamento dos cursos d'água (Peruíbe, 2015).

Por fim, a baixa suscetibilidade está condicionada a terraços fluviais e marinhos mais elevados e flancos de encostas (< 5°) compostos por solos não hidromórficos (silto-arenosos), nos quais o nível do lençol freático é pouco profundo a profundo, garantindo maior capacidade de retenção e infiltração. As cheias nessa categoria situam-se acima de 2 metros em relação ao leito regular, restritas a bacias de drenagem pequenas, de formato alongado, com baixa densidade de drenagem e canais principais curtos e retilíneos que favorecem o fluxo mais rápido das águas (Peruíbe, 2015).

Este trecho representa 44,0 km² (13,7% da área municipal) e abriga 32,5% da área urbanizada, demonstrando que, em síntese, os principais motivos para a criticidade de inundações em Peruíbe residem na somatória entre o predomínio de declividades próximas a zero, a hidromorfia e saturação do lençol freático na planície e a excessiva exposição do parcelamento urbano sobre os sistemas deposicionais aluviais e marinhos de bacias com alta densidade de drenagem (Peruíbe, 2015).

A síntese das características pedogeomorfológicas, hidrológicas e de ocupação do solo relativas aos três graus de suscetibilidade a inundação identificados em Peruíbe está consolidada no Quadro 1.

Quadro 1 – Graus de Suscetibilidade a inundação

Classe de suscetibilidade	Foto Ilustrativa	Características predominantes		Área		Área urbanizada/edificada	
		Locais	Bacias de drenagem contribuintes	km²	% (*)	km²	% (**)
Alta		- Relevo: planícies aluviais/marinhas atuais, com amplitudes e declividades muito baixas (< 2‰); - Solos: hidromórficos, em terrenos muito drenados e com nível d'água subterrâneo aflorante a raso; - Altura de inundação: até 1 m em relação à borda da calha do leito regular do curso d'água; e - Processos: inundação, alagamento e assoreamento.	- Área de contribuição: grande; - Formato: tendendo a circular; - Densidade de drenagem: alta; - Padrão dos canais fluviais: tendendo a sinuoso; - Relação de relevo: amplitude baixa e canal principal longo.	56,1	16,1	10,2	27,0
Média		- Relevo: terraços fluviais/marinhos baixos e/ou flancos de encostas, com amplitudes e declividades baixas (< 5‰); - Solos: hidromórficos e não hidromórficos, em terrenos argilo-arenosos e com nível d'água subterrâneo raso a pouco profundo; - Altura de inundação: entre 1 e 2 m em relação à borda da calha do leito regular do curso d'água; e - Processos: inundação, alagamento e assoreamento.	- Área de contribuição: intermediária; - Formato: circular a alongado; - Densidade de drenagem: média; - Padrão dos canais fluviais: sinuoso a retilíneo; e - Relação de relevo: amplitude média e canal principal curto.	46,8	15,2	13,3	35,2
Baixa		- Relevo: terraços fluviais/marinhos altos e/ou flancos de encostas, com amplitudes e declividades baixas (< 5‰); - Solos: não hidromórficos, em terrenos silto-arenosos e com nível d'água subterrâneo raso a pouco profundo; - Altura de inundação: acima de 2 m em relação à borda da calha do leito regular do curso d'água; e - Processos: inundação, alagamento e assoreamento.	- Área de contribuição: pequena; - Formato: tendendo a alongado; - Densidade de drenagem: baixa; - Padrão dos canais fluviais: tendendo a retilíneo; e - Relação de relevo: amplitude alta e canal principal curto.	44,0	13,7	12,3	32,5

Quadro 1 – Graus de Suscetibilidade a inundação

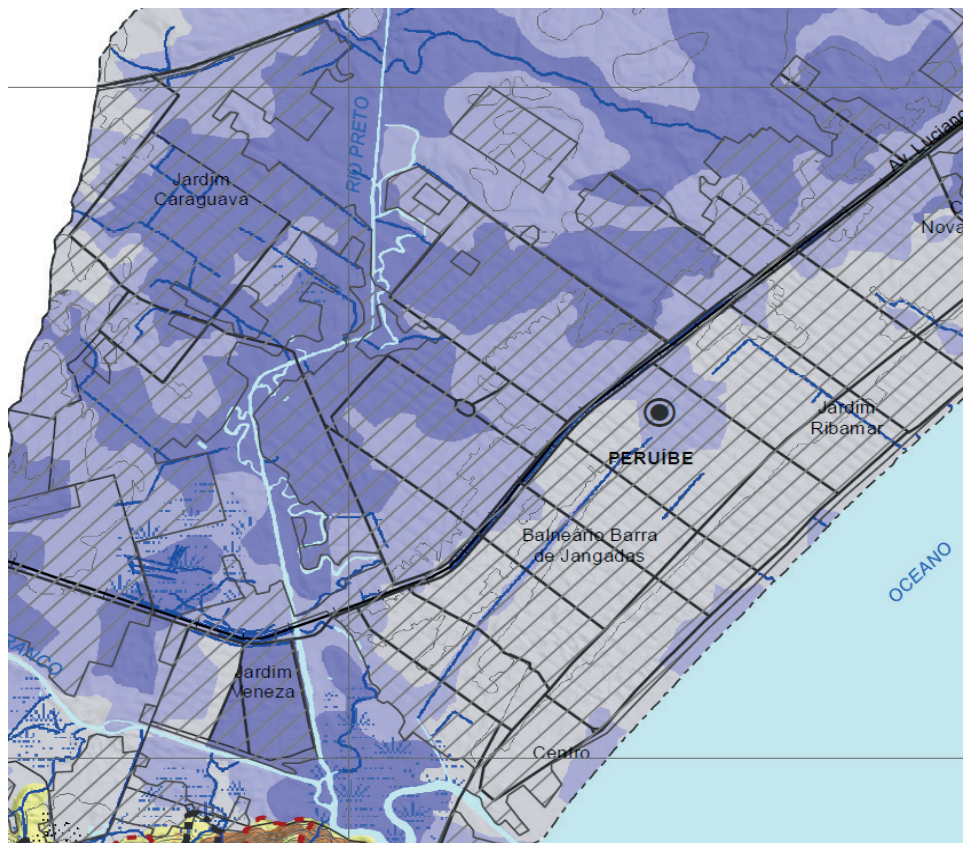
Classe de suscetibilidade	Foto Ilustrativa	Características predominantes		Área		Área urbanizada/edificada	
		Locais	Bacias de drenagem contribuintes	km²	% (*)	km²	% (**)
Alta		- Relevo: planícies aluviais/marinhas atuais, com amplitudes e declividades muito baixas (< 2‰); - Solos: hidromórficos, em terrenos situados ao longo de curso d'água, mal drenados e com nível d'água subterrâneo aflorante a raso; - Altura de inundação: até 1 m em relação à borda da calha do leito regular do curso d'água; e - Processos: inundação, alagamento e assoreamento.	- Área de contribuição: grande; - Formato: tendendo a circular; - Densidade de drenagem: alta; - Padrão dos canais fluviais: tendendo a sinuoso; e - Relação de relevo: amplitude baixa e canal principal longo.	56,1	16,1	10,2	27,0
Média		- Relevo: terraços fluviais/marinhos baixos e/ou flancos de encostas, com amplitudes e declividades baixas (< 5‰); - Solos: hidromórficos e não hidromórficos, em terrenos silto-arenosos e com nível d'água subterrâneo raso a pouco profundo; - Altura de inundação: entre 1 e 2 m em relação à borda da calha do leito regular do curso d'água; e - Processos: inundação, alagamento e assoreamento.	- Área de contribuição: intermediária; - Formato: circular a alongado; - Densidade de drenagem: média; - Padrão dos canais fluviais: sinuoso a retilíneo; e - Relação de relevo: amplitude média e canal principal intermediário.	46,8	15,2	13,3	35,2
Baixa		- Relevo: terraços fluviais/marinhos altos e/ou flancos de encostas, com amplitudes e declividades baixas (< 5‰); - Solos: não hidromórficos, em terrenos silto-arenosos e com nível d'água subterrâneo pouco profundo; - Altura de inundação: acima de 2 m em relação à borda da calha do leito regular do curso d'água; e - Processos: inundação, alagamento e assoreamento.	- Área de contribuição: pequena; - Formato: tendendo a alongado; - Densidade de drenagem: baixa; - Padrão dos canais fluviais: tendendo a retilíneo; e - Relação de relevo: amplitude alta e canal principal curto.	44,0	13,7	12,3	32,5

(*) Porcentagem em relação à área do município. (**) Porcentagem em relação à área urbanizada/edificada do município.

Fonte: Peruíbe (2015).

Após a definição e caracterização dos graus de suscetibilidade a inundação, a Carta apresenta o mapeamento de todo o território de Peruíbe compartimentado por cores representativas de cada classe de risco. Essa espacialização é demonstrada de forma parcial na Figura 3, na qual é possível observar que, apesar da setorização cromática das áreas de suscetibilidade, a representação cartográfica possui escala generalista e baixo nível de detalhamento no que tange à identificação precisa da malha viária, dos bairros e dos logradouros urbanos.

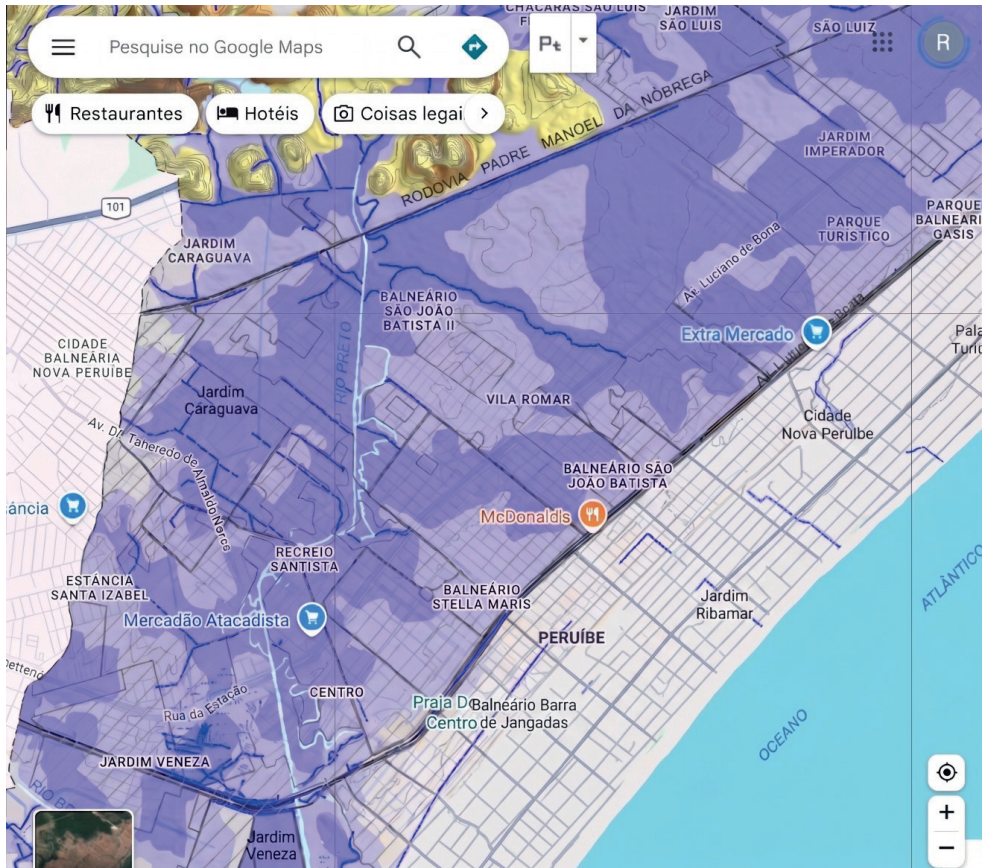
Figura 3 – Mapeamento dos Graus de Suscetibilidade a inundação - Peruíbe/SP



Fonte: Peruíbe (2015).

Com o objetivo de melhorar a visibilidade das áreas mais suscetíveis a inundações, foi realizado pelo autor a sobreposição de mapas, pegando as manchas relacionadas aos graus de suscetibilidade a inundação e a malha viária disponível no Google Maps, gerando a Figura 4.   possível observar que bairros Jardim Caraguava, Jardim Veneza e Vila Romar são os que mais apresentam tais riscos, sendo o primeiro com uma maior mancha em seu entorno. Tão preocupante quanto, áreas ao redor são classificadas como médio risco.

Figura 4 – Sobreposição dos mapas da Carta de Suscetibilidade a inundação e mapas do Google Maps- Peruíbe/SP



Fonte: Elaborado pelo autor (2026) a partir da Carta de Suscetibilidade contra Inundações e Escorregamentos Gravitacionais de Massa (Peruíbe, 2015) e dados viários do Google Maps (2026).

2. ANÁLISE DO PLANO DIRETOR

O Plano Diretor é o principal instrumento da política urbana brasileira. Sua previsão encontra respaldo direto no artigo 182 da Constituição Federal de 1988, o qual estabelece que a política de desenvolvimento urbano deve ser executada pelo Poder Público municipal, com o objetivo de ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e garantir o bem-estar de seus habitantes.

Complementando esse comando constitucional, surgindo como resposta ao processo de luta pelos direitos urbanos e democratização do acesso à terra, surge o Estatuto da Cidade, instituído pela Lei nº 10.257 de 2001, regulamenta os princípios gerais da política urbana, fixando diretrizes, objetivos e instrumentos para o planejamento das cidades (Bassul, 2010).

A elaboração do Plano Diretor é obrigatória para municípios com mais de vinte mil habitantes, integrantes de regiões metropolitanas, integrantes de áreas de especial interesse turístico ou ambiental, e para aqueles que pretendam utilizar os instrumentos urbanísticos previstos no Estatuto da Cidade (art. 41, Lei nº 10.257/2001).

Sua ausência, portanto, além de configurar descumprimento legal, impede a efetiva aplicação de diversos mecanismos de gestão urbana, como a outorga onerosa do direito de construir, o parcelamento compulsório, o direito de preempção, entre outros. Assim, visível a extrema importância do Plano Diretor, tratando-se de instrumento básico para o cumprimento da função social da propriedade (Alfosin, 2015).

Do ponto de vista jurídico, é possível observar que o Plano Diretor apresenta uma natureza normativa complexa, combinando características de norma programática e de norma de eficácia plena (Pinto, 2024).

Nesse sentido, no que tange a classificação programática, estabelece objetivos e diretrizes a serem alcançados ao longo do tempo, vinculando a atuação administrativa no planejamento e execução de políticas públicas.

Contudo, há de se observar que o Plano Diretor também possui eficácia plena em diversas de suas disposições, em especial aquelas que condicionam o uso e ocupação do solo, delimitam zonas especiais e fixam parâmetros urbanísticos obrigatórios tanto para particulares quanto para o próprio Poder Público.

No que tange ao município de Peruíbe, o Plano Diretor é regulado pela Lei Complementar nº 100/2007, atualizado pela Lei Complementar nº 333/2023, destacando que a última atualização do plano possuiu enfoque em incluir diretrizes gerais as mudanças climáticas, agenda 2030 e a gestão de riscos.

2.1 Princípios e Diretrizes Gerais de Adaptação Climática e Sustentabilidade

O Plano Diretor do município de Peruíbe, por conta das suas características de estância balneária, articula-se com Plano Nacional de Proteção e Defesa Civil, o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro, o Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado de São Paulo e o Plano Metropolitano de Desenvolvimento Estratégico da Baixada Santista, conforme menciona o parágrafo único do artigo 1º (Peruíbe, 2023).

A começar pela análise do controle de uso do solo, é possível mencionar que o Plano Diretor possui diretrizes diretas contra a excessiva ou inadequada impermeabilização do solo (Art. 7º. §2º., VI, “h”), além de definir como infraestrutura básica essencial a solução de manejo de águas pluviais no seu artigo 10, §1º, IV (Peruíbe, 2023). É importante tal recorte, pois, como já visto acima, o município é assolado por eventos extremos, como inundações e enchentes, no qual o aumento da impermeabilização, intensificando o escoamento superficial amplia o risco desses eventos (Marengo; Alves, 2024).

Insta destacar que o Plano Diretor busca incluir em sua proposta de atuação a implementação da Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU) por meio dos objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) (Art. 16, XVIII), além de possuir norma específica no artigo 138, III, quanto ao Setor de Interesse Turístico (Orla da Praia), onde estipula o objetivo de buscar soluções visando combater os efeitos das mudanças climáticas sobre as estruturas e equipamentos municipais (Peruíbe, 2023).

2.2 Gestão de Riscos

O Plano Diretor ainda conta com diversos instrumentos que auxiliam na gestão de riscos. Os dois que se destacam nesse sentido com toda certeza são a Carta Geotécnica de Aptidão à Urbanização (CGAU) prevista no artigo 247, II, e a Carta de Suscetibilidade contra Inundações e Escorregamentos Gravitacionais de Massa, incorporado formalmente ao Plano Diretor como anexo integrando no artigo 254, III (Peruíbe, 2023).

É possível observar que o mapeamento é uma das partes mais importantes quando se menciona a gestão de riscos. Ao considerar a capacidade de resposta da infraestrutura urbana, com a análise integrada dessas informações, é possível identificar gargalos críticos e propor soluções mais efetivas, aumentando a resiliência urbana (Zanella; Marinho; Santos, 2023).

No mais, ainda há a previsão da elaboração de um Plano Municipal de Redução de Riscos, se integrando novamente ao Plano Nacional de Proteção e Defesa Civil. Por fim, é possível mencionar que há a divisão de setores, no qual se desta o Setor Especial de Recuperação Ambiental e Geotécnica (Art. 129 e 130), o qual identifica áreas de alta suscetibilidade a escorregamentos e/ou inundações e coloca como objetivo realizar ou exigir a realização de ações que garantam prevenção contra inundações ou escorregamentos de massa (Peruíbe, 2007).

2.3 Gestão da Macro e Microdrenagem Urbana e Saneamento

Quanto a gestão referente a macro e microdrenagem urbana e saneamento, a política municipal de infraestrutura e serviços estabelece como estratégias específicas no artigo 48 do Plano Diretor. Entre elas, implementar o Plano Municipal de Saneamento Básico – Água e Esgoto; implementar soluções de macro e microdrenagem municipais visando o combate específico a enchentes, incluindo investimento e manutenções adequadas; e assegurar, em conjunto com a Defesa Civil Municipal, obras de prevenção contra desastres naturais (Peruíbe,2023).

Também, quanto a questão de organização territorial, define como Área de Preservação Permanente (APP) para margens de corpos d'água em áreas urbanas consolidadas, como cursos d'água perenes, massas d'água corrente e águas dormentes, fundamentais para a preservação natural dos leitos de drenagem (Peruíbe,2023).

A proteção dessas áreas é extremamente importante, visto que a supressão ou ocupação dessas áreas compromete a capacidade de adaptação da cidade às mudanças climáticas, aumentando o risco de inundações, no qual a proteção ambiental deixa de ser apenas uma exigência ecológica e passa a construir estratégia essencial de segurança urbana (Brasil,2001).

Por fim, é possível citar que o município tem a previsão de aprovação de uma Lei de Operação Urbana Consorciada (Art. 247, III), com o objetivo de enfrentar problemas de drenagem e contenção de marés (Peruíbe,2023). Quanto a esse **último** instrumento, a que pese já existirem autorização e regras para a criação de Operações Urbanas Consorciadas (OUC), não existe nenhuma lei ativa para um bairro específico da cidade no momento.

3. DA APLICABILIDADE E IMPLEMENTAÇÃO DO PLANO DIRETOR

Apesar da legislação vigente, em principal pela Lei Complementar Municipal nº 100/2007 e suas posteriores atualizações, que instituem zonas de interesse social e diretrizes socioambientais voltadas à infraestrutura e à adaptação climática, a análise da realidade urbana e dos eventos hidrometeorológicos recentes em Peruíbe evidencia um descompasso crítico entre o planejamento normativo e a execução prática. A aplicabilidade das disposições do Plano Diretor esbarra em limitações estruturais de gestão, demonstrando que o ordenamento territorial municipal frequentemente permanece restrito ao plano formal, sem se traduzir em melhorias concretas para a resiliência socioambiental da cidade.

Esse déficit de efetividade das políticas públicas municipais manifesta-se de forma empírica nos severos episódios de alagamento que assolam o município. Mesmo sob a vigência de diretrizes urbanísticas de controle e mitigação de riscos, Peruíbe

continua enfrentando inundações crônicas, a exemplo dos temporais recentes que deixaram bairros submersos por três dias consecutivos e afetaram mais de 500 pessoas (G1, 2026).

Entre os 91 bairros e loteamentos do município, quatro concentraram os maiores impactos socioambientais: Jardim Caraguava e seu entorno, Jardim Ribamar, Vila Romar e Jardim das Flores (adjacente à Vila Romar), exigindo o resgate de moradores por meio de embarcações (G1, 2026).

Crucialmente, ressalta-se que tais áreas já haviam sido apontadas como de alto risco de inundação na Carta Geotécnica de Suscetibilidade de Peruíbe (Peruíbe, 2015), demonstrando a omissão histórica na integração do mapeamento técnico à gestão territorial. Frisa-se, conforme já se observa da própria citação, que o mapa e a própria carta que vem sendo utilizada na gestão de riscos foi elaborado há mais de 10 anos atrás.

Essa inércia institucional é reconhecida no próprio âmbito do Poder Legislativo municipal. Em análise recente sobre as cheias recorrentes, o vereador Cristen Charles (MDB), em entrevista ao programa *Em Cima do Fato* (Gardinali, 2026), apontou publicamente que a infraestrutura urbana de escoamento sofre com omissões históricas de planejamento. Segundo o parlamentar, o município carece da execução prática de planos estruturados de macro e microdrenagem na esmagadora maioria das localidades, revelando que os investimentos em engenharia pluvial não saíram do papel ao longo das últimas décadas. Essa ausência de planejamento preventivo obriga a gestão municipal a atuar de forma estritamente reativa diante dos desastres climáticos, agravando a vulnerabilidade das populações residentes.

Ademais, a efetividade do Plano Diretor é constantemente esvaziada por intervenções urbanísticas desarticuladas e pontuais, com destaque para as obras de pavimentação asfáltica executadas sem diretrizes de escoamento integrada. A substituição de vias de terra que detêm porosidade natural e capacidade de absorção pluvial por pavimentação asfáltica desacompanhada da concomitante implantação de galerias pluviais, bocas de lobo e sistemas de microdrenagem intensifica drasticamente a impermeabilização artificial do solo. Essa conduta administrativa anula os princípios urbanísticos de controle da impermeabilização previstos na legislação local e transforma o asfalto em um agente catalisador de enxurradas e represamentos severos.

Por outro lado, cabe ressaltar que o desafio da drenagem urbana em Peruíbe não se limita exclusivamente às falhas de implementação da legislação vigente, mas evidencia também a necessidade de atualização e aperfeiçoamento normativo do próprio Plano Diretor.

O instrumento revela lacunas em sua integração com a governança climática multinível, sobretudo por não incorporar formalmente os parâmetros do Plano Clima (tanto na esfera nacional quanto estadual) e carecer de articulação com um Plano

Municipal de Adaptação à Mudança do Clima devidamente regulamentado e provido de metas quantificáveis. Na ausência de um instrumento climatológico específico, as diretrizes do Plano Diretor tendem a operar como cláusulas programáticas genéricas, sem força normativa suficiente para condicionar prazos e orçamentos obrigatórios para a infraestrutura verde e azul.

Por fim, constata-se um isolamento institucional do Plano Diretor em relação a outras políticas setoriais estratégicas do município, como os planos municipais de habitação, meio ambiente, mobilidade e regularização fundiária. A efetiva resiliência às inundações exige uma atuação transversal: não basta planejar o manejo de águas pluviais de forma isolada se as políticas setoriais de habitação continuarem tolerando ou incentivando a expansão urbana sobre margens de rios, manguezais e planícies.

CONCLUSÕES

A análise desenvolvida ao longo deste estudo demonstra que o município de Peruíbe possui um arranjo territorial e socioambiental complexo, caracterizado pela expressiva presença de Unidades de Conservação, baixa densidade demográfica em escala geral, mas com forte adensamento na faixa costeira e intensa dependência econômica da atividade turística. Essa configuração territorial, associada a condicionantes geomorfológicas, como a topografia extremamente plana da planície costeira, a proximidade com as encostas serranas e a suscetibilidade às oscilações de maré, impõe severos desafios à gestão urbana, especialmente diante da recorrência de enchentes e inundações agravadas por eventos hidrometeorológicos extremos.

Constatou-se que o arcabouço normativo do município, consubstanciado na Lei Complementar Municipal nº 100/2007 e atualizado pela Lei Complementar nº 333/2023, incorporou avanços jurídicos relevantes ao prever diretrizes de adaptação climática, alinhamento à Agenda 2030, controle da impermeabilização do solo e gestão de riscos fundamentada em cartas geotécnicas. Contudo, o instrumento ainda se mostra passível de aprimoramento normativo, sobretudo na articulação de suas diretrizes com instrumentos nacionais e estaduais mais recentes, como o Plano Clima, e na integração transversal com as demais políticas setoriais do município.

A verificação empírica dos impactos gerados por temporais recentes, que mantiveram bairros inteiros submersos por dias consecutivos e afetaram centenas de pessoas, evidencia que a existência formal de normas e de mapeamentos de risco não tem sido suficiente para evitar desastres recorrentes em áreas vulneráveis, conhecidas pelo poder público há mais de uma década.

Nesse sentido, a investigação confirmou integralmente a hipótese inicial: a ineficiência do sistema de drenagem e a persistente vulnerabilidade socioambiental de Peruíbe decorrem menos de limitações normativas do Plano Diretor do que das gra-

ves falhas em sua implementação e fiscalização, aliadas à histórica omissão de investimentos estruturantes em macro e microdrenagem.

O descompasso entre o plano formal e a prática administrativa reflete-se na carência crônica de infraestrutura de escoamento e na predominância de intervenções pontuais e desarticuladas. É emblemático o paradoxo da execução de pavimentações asfálticas desacompanhadas de redes de drenagem adequadas, que anulam os princípios de permeabilidade urbana previstos na legislação e transformam o asfalto em catalisador de enxurradas e alagamentos.

Ademais, recortes institucionais e manifestações no âmbito do próprio Legislativo municipal corroboram que a gestão urbana tratou a drenagem de forma historicamente reativa, agindo após o desastre em vez de priorizar o planejamento hídrico preventivo. A ociosidade de instrumentos previstos em lei, como as Operações Urbanas Consorciadas voltadas ao enfrentamento de marés e à requalificação ambiental, comprova que o principal entrave à resiliência de Peruíbe reside na governança pública e na priorização orçamentária.

Conclui-se, portanto, que para superar o ciclo de vulnerabilidade frente aos extremos climáticos, o município necessita transitar do planejamento estritamente formal para a efetiva execução de uma governança climática intersetorial. Isso exige o cumprimento rigoroso dos instrumentos do Plano Diretor, a fiscalização severa do uso do solo em áreas de risco hidrológico, a modernização normativa voltada à pauta climática e a destinação contínua de recursos para obras de saneamento e drenagem, assegurando, por fim, a resiliência territorial e a dignidade das populações residente e flutuante.

REFERÊNCIAS

ALFONSIN, B. de M.. Planejamento Urbano e Plano Diretor no contexto de gestão democrática pós-Estatuto da Cidade. *Revista Brasileira de Direito Urbanístico*, Belo Horizonte, ano 1, n. 1, p. 33-49, jul./dez. 2015. Disponível em: <https://biblioteca.ibdu.org.br/index.php/direitourbanistico/article/download/395/219>. Acesso em: 5 abr. 2025.

BRASIL. Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. **Estatuto da Cidade**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 11 jul. 2001.

CORNELIAN, A. R.; LOPES, M. M.. **A percepção ambiental de turistas, veranistas e moradores de Peruíbe/SP**. *Revista Brasileira Multidisciplinar - ReBraM*, [S. l.], v. 20, n. 1, p. 121-141, jul. 2017.

G1. **Peruíbe completa três dias debaixo d'água com quase 500 pessoas afe-**

tadas pelas chuvas; VÍDEO. Disponível em <https://g1.globo.com/sp/santos-regiao/noticia/2026/02/25/peruibe-completa-tres-dias-debaixo-dagua-com-quase-500-pessoas-afetadas-pelas-chuvas-video.ghtml> Acesso em 31 jul. 2026.

GARDINALI, T.. **Peruíbe debaixo d'água: por que isso acontece?** YouTube, 24 fev. 2026. 1 vídeo (4 min 4 s). Publicado pelo canal Thiago Gardinali. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=fL89AH2yPrs>. Acesso em: 31 jul. 2026. IBGE – **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. SIDRA (2022).** Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 31 jul. 2026.

POLIS, Instituto. **Diagnóstico urbano socioambiental e programa de desenvolvimento sustentável em municípios da Baixada Santista e Litoral Norte do estado de São Paulo.** Boletim n. 1 Perúibe. São Paulo: Governo Federal; Petrobras, 2012.

PERUÍBE (SP). **Carta de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundações: Município de Perúibe – SP.** São Paulo: CPRM; IPT, 2015.

PERUÍBE (SP). Prefeitura Municipal. **Plano Municipal de Saneamento Básico de Perúibe (PMSB): Anexo I - Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário.** Perúibe: Prefeitura Municipal, 2022. Disponível em: <https://www.peruibe.sp.gov.br/portal/wp-content/uploads/2022/03/Lei-3679-Anexo-I-PMSB-AE-Peruibe-Rev2.pdf>. Acesso em: 31 jul. 2026. PERUÍBE (SP). **Lei Complementar nº 100, de 29 de março de 2007.** Institui o Plano Diretor do Município de Perúibe e dá outras providências (com redação dada pela Lei Complementar nº 333/2023). Perúibe: Prefeitura Municipal, 2007.

MARENGO, J. A.; ALVES, L. M.. **Mudanças climáticas e extremos hidrometeorológicos no Brasil: vulnerabilidade e adaptação urbana.** Revista Brasileira de Climatologia, v. 25, p. 1–21, 2024.

PINTO, V. C.. **Regime Jurídico do Plano Diretor.** Senado Federal, 2024. Disponível em: <https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/150/54.pdf>. Acesso em: 5 abr. 2025.

A TIPIFICAÇÃO DO ECOCÍDIO NO ORDENAMENTO JURÍDICO BRASILEIRO: PERSPECTIVAS PARA O ENFRENTAMENTO DA URGÊNCIA CLIMÁTICA¹

Rita de Cássia Peixoto Moreno²

RESUMO

O presente artigo examina a tipificação do crime de ecocídio no ordenamento jurídico brasileiro como instrumento de contribuição para o enfrentamento da urgência climática. Parte da evolução conceitual do termo e analisa os dois projetos de lei em tramitação no Brasil: PL 2.787/2019 e PL 2.933/2023. Aborda os desafios relativos ao elemento subjetivo (dolo), ao nexo causal e à responsabilização penal da pessoa jurídica, como também os obstáculos enfrentados para o reconhecimento internacional do ecocídio e a viabilidade no sistema interno. Finaliza concluindo que, não obstante as dificuldades técnicas e políticas, a tipificação do ecocídio no direito interno apresenta perspectivas promissoras para a proteção ambiental e a responsabilização de agentes causadores de danos ecológicos em larga escala.

PALAVRAS-CHAVE

Ecocídio. Direito Penal Ambiental. Urgência Climática. Projetos de Lei Brasileiros. Criminalização.

ABSTRACT

This article examines the criminalization of ecocide in the Brazilian legal system as a contributing instrument to address the climate urgency. It starts from the conceptual evolution of the term and analyzes the two bills currently under consideration in Brazil: 2.787/2019 and 2.933/2023. It addresses the challenges related to the subjective element (*mens rea*), the causal link, and the criminal liability of legal entities, as well as the obstacles faced for the international recognition of ecocide and its feasibility within the domestic system. It concludes that, notwithstanding the technical and political difficulties, the criminalization of ecocide in domestic law presents

¹ **Nota Metodológica:** O presente artigo utilizou ferramentas de inteligência artificial generativa como recurso auxiliar em etapas específicas da pesquisa e redação, em conformidade com as boas práticas acadêmicas de transparência metodológica.

Ferramenta utilizada: Adapta ONE (modelo ONE), plataforma de IA generativa.

² Doutora em Direito Ambiental Internacional, Professora Universitária e Advogada.

promising prospects for environmental protection and the accountability of agents causing large-scale ecological damage.

KEYWORDS

Ecocide. Environmental Criminal Law. Climate Urgency. Brazilian Bills. Criminalization.

INTRODUÇÃO

A crise ambiental e climática constitui tema de conhecimento público, ocupando posição de destaque tanto na mídia internacional quanto no meio acadêmico. A busca por novas fontes energéticas apresenta-se, à primeira vista, como o eixo central para a solução da questão. No entanto, sua implementação enfrenta resistência por parte de diversos Estados, assim como entraves à adesão a Acordos Internacionais voltados à mitigação e prevenção dos danos ambientais.

Nesse contexto, o conceito de ecocídio emerge como um dos debates mais relevantes do Direito Penal Internacional contemporâneo. Originalmente cunhado pelo botânico Arthur W. Galston na década de 1960, durante a Guerra do Vietnã, o termo ganhou contornos jurídicos precisos a partir da atuação da advogada britânica Polly Higgins (1968–2019), que dedicou a última década de sua vida à campanha pelo reconhecimento do ecocídio como o quinto crime internacional, ao lado do genocídio, dos crimes contra a humanidade, dos crimes de guerra e do crime de agressão.

Em 2010, Higgins apresentou à Comissão de Direito Internacional da ONU uma proposta de emenda ao Estatuto de Roma. Ainda que a proposta não tenha sido acolhida à época, o debate avançou significativamente com a convocação, no final de 2020, do Painel Independente de Especialistas para a Definição Legal do Ecocídio, que em junho de 2021 apresentou uma definição consensual que serve hoje como referência para a comunidade internacional.

No plano interno, o Brasil conta atualmente com dois projetos de lei em tramitação que visam tipificar o ecocídio na Lei nº 9.605/1998 (Lei de Crimes Ambientais): o PL 2.787/2019 e o PL 2.933/2023.

Nessa conjuntura o presente estudo pretende problematizar e repensar a criminalização do ecocídio, sendo que o percurso investigativo partirá da seguinte questão norteadora: a tipificação do ecocídio no ordenamento jurídico brasileiro poderá contribuir para o enfrentamento da urgência climática?

O presente artigo tem por objetivo analisar o percurso do crime de ecocídio desde suas origens conceituais até os debates contemporâneos sobre sua tipificação,

examinando os desafios jurídicos relacionados ao elemento subjetivo (dolo), à construção do nexo causal e à responsabilização de pessoas jurídicas, bem como as perspectivas abertas pelos projetos de lei em tramitação no Brasil para o enfrentamento da urgência climática.

A pesquisa adota abordagem qualitativa, de caráter exploratório e descritivo, utilizando-se do método dedutivo, parte-se das premissas gerais sobre o crime de ecocídio no Direito Penal Internacional para, em seguida, analisar sua aplicação e perspectivas no ordenamento jurídico brasileiro.

Embora qualquer debate sobre o enfrentamento da urgência climática seja de grande relevância, esta se apresenta de forma visível na discussão da tipificação do ecocídio, principalmente no ordenamento jurídico nacional, vez que, objeto de várias discussões na academia internacional, esta sempre tem como objetivo seu reconhecimento como crime internacional sendo pouco estudado ou debatido dentro de um cenário nacional.

1. ECOCÍDIO: VISÃO CONCEITUAL

Diante de grandes desastres ambientais, os órgãos internacionais sempre se limitaram a estabelecer o nexo entre estes e os conflitos decorrentes de disputas armadas, utilização de armas químicas e outros agentes de guerra.

Diversos danos ambientais foram e são tratados como genocídio e crimes contra a humanidade no âmbito internacional.

O termo ecocídio foi criado por Arthur W. Galston, fisiologista e biólogo vegetal, no final da década de 1960, em reflexão aos ataques militares americanos na região do Vietnã, quando o herbicida chamado à época de “Agente Laranja” foi utilizado pelos militares americanos entre 1961 e 1971, que desmatou mais de 20 (vinte) mil quilômetros quadrados de vegetação, entre matas e manguezais. Este agente também provocou doenças de vários tipos, nos vietnamitas e americanos, como cânceres, diabetes e malformações congênitas nos descendentes (Brochado,2023).

O jurista Richard Falk, fez coro aos biólogos e elaborou a primeira proposta de uma Convenção Internacional sobre Ecocídio (1973), definindo-o como atos praticados “com a intenção de destruir, total ou parcialmente, um ecossistema humano, tanto em tempo de paz quanto de guerra” (Falk,1973).

Durante as negociações que conduziram à elaboração do The Code, base técnica do Estatuto de Roma, cogitou-se, em um primeiro momento, a inclusão do crime internacional de ecocídio também em contextos de paz, o que o elevaria à condição de quinto crime de relevância mundial. Contudo, no projeto preliminar de 1998, suprimiu-se qualquer referência tanto a esse delito quanto a danos ambientais, cuja pre-

visão ficou circunscrita exclusivamente aos crimes de guerra. Ainda assim, o dispositivo vigente mostra-se impreciso e de difícil subsunção a situações concretas. Tais discussões e proposta surgiram da International Law Commission (ILC) que foi criada na Assembleia Geral da ONU, em 1948, como uma instituição permanente para a codificação e desenvolvimento progressivo do direito internacional (Brochado, 2023)

Após anos de debates, em 2010, a ideia de se incluir o Ecocídio como um 5º crime contra a paz no Estatuto de Roma, além do contexto de guerra, voltou a ganhar fôlego com a proposta de emenda ao Estatuto de Roma apresentada, pela advogada e ativista londrina Polly Higgins, à Comissão de Direito Internacional da ONU. A proposta de emenda realizada o Tribunal Penal Internacional teria competência para julgar também o crime de ecocídio, entendido esse como um extenso dano, destruição ou extinção de um ecossistema(s) de um determinado território, seja por conduta humana ou por outras causas, a tal ponto que o usufruto pacífico pelos habitantes daquele território tenha sido ou seja severamente reduzido (Silva, 2020)

Os debates sobre ecocídio começam a mobilizar a sociedade civil, se tornando um dos temas a ocuparem o centro de atenção de ativistas ambientais e a organizarem personalidades jurídicas dedicadas ao seu estudo e divulgação.

A ascensão do debate sobre a criminalização do ecocídio reflete a crescente urgência em responder à destruição ambiental por meio do Direito Penal Internacional, explorando a viabilidade de integrar o ecocídio ao TPI. Essa discussão engloba desde a utilização de disposições existentes até a criação de crimes ambientais (Killeen, 2021 *apud* Araújo, 2025).

No final de 2020, a Fundação Stop Ecocídio instituiu um Painel de Especialistas Independentes com a finalidade de elaborar a Definição Legal do Ecocídio, reunindo doze juristas de diversas nacionalidades, selecionados por sua experiência equilibrada em direito penal internacional, direito ambiental e direito climático. Os referidos especialistas, que atuaram conjuntamente durante seis meses, receberam a atribuição de conceber uma definição operacional e eficaz para o crime de ecocídio. O Painel contou com a contribuição de especialistas externos e realizou uma consulta pública que angariou centenas de propostas oriundas de todo o mundo, formuladas sob perspectivas jurídicas, econômicas, políticas, juvenis, religiosas e de comunidades indígenas. Entre janeiro e junho de 2021, o Painel de Especialistas reuniu-se por cinco vezes em ambiente virtual, tendo sido criados subpainéis para a execução de tarefas específicas de pesquisa e redação. Em junho de 2021, alcançou-se um consenso acerca do texto fundamental da definição de ecocídio como crime internacional.

Segundo o Painel, chegar a um entendimento comum sobre o crime de ecocídio pode fomentar uma transformação na conscientização e na direção das políticas globais, com vistas a fortalecer a proteção ambiental e a consolidação de um marco jurídico mais cooperativo e efetivo para o futuro coletivo do planeta. A definição ofe-

receria um instrumento jurídico inovador e pragmático. O trabalho inspirou-se em empreendimentos anteriores, datados de 1945, voltados à formulação de conceitos para novos crimes internacionais, tais como genocídio e crimes contra a humanidade. O ecocídio inspira-se em ambos os termos, tanto na forma quanto no conteúdo. Os especialistas manifestaram confiança de que o ecocídio, em conjunto com esses dois crimes, os crimes de guerra e o crime de agressão, possa ocupar a posição de quinto crime internacional (Stop Ecocide Foundation, 2023).

Transcreve-se a proposta apresentada pelo Painel de Especialistas:

Artigo 8 ter ecocídio 1. Para efeitos do presente Estatuto, entende-se por “ecocídio” todo o acto ilícito ou arbitrário perpetrado contra sabendo que existe uma probabilidade substancial de causar danos graves, extensos ou duradouros ao meio ambiente. 2. Para efeitos do n.º 1: a) “Arbitrário” significa o ato temerário de desconsiderar danos que seriam manifestamente excessivos em relação à vantagem social ou econômica esperada; b) “Grave” significa dano que cause alterações muito adversas, perturbações ou danos perceptíveis a qualquer elemento do meio ambiente, incluindo efeitos graves na vida humana ou nos recursos naturais, culturais ou econômicos; c) Entende-se por “extenso” o dano que ultrapassa uma área geográfica delimitada, excede o o estado faz fronteira ou afeta todo um ecossistema ou uma espécie ou um grande número de seres humanos; d) “Durável” significa danos irreversíveis ou danos que não podem ser reparados por regeneração natural em um período de tempo razoável; e) O “meio ambiente” significa a Terra, sua biosfera, criosfera, litosfera, hidrosfera e atmosfera, bem como o espaço sideral (Stop Ecocide Foundation, 2023).

A definição de ecocídio proposta pelo Painel Independente de Especialistas não representa apenas um avanço significativo no Direito Penal Internacional; constitui também um mecanismo de pressão moral e jurídica sobre os fóruns de governança climática. Ao criminalizar a degradação ambiental em larga escala, o Painel disponibiliza um instrumento legal que impõe a Estados e corporações o dever de prestar contas perante a comunidade internacional. É nesse cenário marcado pela urgência e pela exigência de responsabilização que o debate acerca do ecocídio adquire relevância nas Conferências das Partes (COPs), a exemplo da iminente COP30, consolidando-se como um elemento central para a integração entre políticas climáticas e de proteção da biodiversidade (Fernandes, 2024).

Em 2019 e 2023 são apresentados no Brasil, dois projetos de lei que tratam sobre a tipificação do ecocídio, os PLs 2.787/2019 e 2.933/2023, que serão estudados em

tópico próprio.

Na prática, a ausência de clareza acerca do significado de “ecocídio” sempre constituiu um dos principais obstáculos à sua consolidação como crime no âmbito do Direito Penal. Estabelecer o conceito de “ecocídio”, sua extensão para fins penais e a sanção correspondente é imprescindível, porém está longe de ser a única barreira à efetiva implementação desse tipo penal.

Djalma Brochado ao realizar pesquisa para sua tese de doutorado, que se tornou a principal obra publicada no Brasil sobre o tema, se deparou com inúmeros conceitos de “ecocídio”, o que o fez optar por somente um para fins de estudo.

Para os objetivos deste livro, considera-se ecocídio dar causa, por qualquer meio, a danos massivos ao meio ambiente, de forma a inviabilizar sua recuperação (resiliência) a curto prazo, atingindo direta ou indiretamente populações humanas, seja pela alteração física prejudicial de ecossistemas próprios, seja pela extinção de espécies , num determinado espaço natural, com repercussão para um ou mais Estados, independentemente de autorização administrativa para a prática da conduta, sabendo, ou devendo saber, das consequências dos seus atos para o ambiente natural (Brochado, 2023) .

Verifica-se que o tema é atual e objetivo de muitos estudos na seara internacional, mas o que se propõe neste é a sua perspectiva no sistema nacional.

2. URGÊNCIA CLIMÁTICA

Segundo dados sistematizados pela INTERPOL, verificou-se um incremento de 26% na ocorrência de crimes ambientais entre os anos de 2014 e 2016, destacando-se como tipologias mais frequentes a caça ilegal, o tráfico de fauna silvestre, o descarte irregular de resíduos sólidos e as infrações florestais. A criminalidade ambiental ocupa atualmente a terceira posição entre as atividades ilícitas mais lucrativas em escala global, apresentando taxa de crescimento três vezes superior à do produto interno bruto mundial no mesmo período. A magnitude crescente desses desastres ecológicos e suas consequências tornou-se igualmente evidente nos últimos anos, manifestando-se em fenômenos como: exploração petrolífera em areias betuminosas na região de Alberta (Canadá), derramamentos de óleo em ambientes marinhos, contaminação em larga escala por petróleo na floresta amazônica equatoriana, degradação do pergelossolo no Ártico, elevação da temperatura média global, redução drástica da biodiversidade, colapsos de barragens de rejeitos, entre outros. Um elemento comum a todos esses casos — independentemente do território em que ocorrem e, em certos contextos, já tipificados como “ecocídio” — reside na dificuldade de apuração dos fatos (Brochado, 2023).

No entanto, o agravamento dos danos ambientais em larga escala observado globalmente nos últimos anos evidencia, quando não a ineficácia, ao menos a insuficiência das estratégias de prevenção adotadas. Nesse contexto, a intervenção do Direito Penal nas questões ambientais, enquanto instrumento de *ultima ratio*, emerge como um recurso potencialmente relevante, ganhando espaço crescente nos debates doutrinários, nos legislativos nacionais e nos fóruns internacionais. É justamente essa discussão que fundamenta a hipótese central de investigação do presente trabalho.

Nós estamos diante de um novo Direito Penal, o Direito Penal ambiental correspondendo às necessidades e à realidade da humanidade e como última razão, onde os outros ramos do Direito não se fizeram presentes para solucionar o conflito, chega o Direito Penal como uma tentativa. E aí nós temos que implementar, nós temos que não ter compromisso com impunidade, mas, ao mesmo tempo, com Justiça, com equilíbrio, com democracia e com um processo penal justo, equilibrado (Fonseca, 2025).

Ressalte-se que a criminalização é um dos últimos instrumentos jurídicos estatais utilizados para se evitar um litígio ou dano.

...é crescente nos últimos anos o número de estudos acerca da viabilidade de se punir, por meio do direito internacional penal, condutas graves atentatórias ao meio ambiente. Desastres ambientais com consequências/repercussão internacionais, potencializados pelos sucessivos e cada vez mais acurados relatórios científicos sobre mudanças climáticas, alargaram o debate para além da academia, alcançando a sociedade civil, como mostram as campanhas Eradicating Ecocide (resultando num documento apresentado nas Nações Unidas em 2010), Friends of the Earth International, Stop Ecocide Foundation (que se debruçou, em 2021, na definição técnica do tipo penal, por um painel composto de especialistas), além de robustas pesquisas autônomas, como as propostas de convenções internacionais de ecocrimes e ecocídio (Brochado, 2023).

A crise ambiental e climática constitui tema de domínio público, ocupando posição de destaque tanto na mídia internacional quanto no meio acadêmico. A busca por novas fontes energéticas apresenta-se, à primeira vista, como o eixo central para a solução da questão. No entanto, sua implementação enfrenta resistência por parte de diversos Estados, assim como se verifica entraves à adesão a Acordos Internacionais voltados à mitigação dos danos ambientais.

Não obstante, para o debate da contribuição da tipificação do ecocídio no enfrentamento da urgência climática encontra viabilidade se sustentada somente no sistema normativo nacional, atualmente.

3. TIPIFICAÇÃO NACIONAL

Embora a criminalidade ambiental possua, reconhecidamente, caráter transnacional, o presente estudo limita-se a examinar a tipificação dessa conduta no ordenamento jurídico pátrio. Isso porque, no entender desta subscritora, a exigência do reconhecimento internacional de um crime que ainda não encontra previsão no direito interno se torna frágil.

Também, a problemática apresentada por diversos estudos acadêmicos sobre a tipificação do ecocídio no sistema internacional, bem como, a jurisdição e competência para seu processamento e cumprimento da decisão condenatória, leva a concluir que não será uma medida eficaz para o enfrentamento da urgência climática, em razão do lapso temporal que demandará o seu reconhecimento.

Outrossim, alguns outros problemas para a implementação internacional são visíveis e de difícil solução, tais como, a adesão internacional, a soberania dos Estados e a apuração judicial de responsabilidades.

No Brasil temos dois Projetos de Lei em tramitação que propõem a criminalização do ecocídio, o de número 2787/2019 apresentado pelo Deputado Zé Silva (SOLIDARIEDADE/MG), aprovado na Câmara e enviado ao Senado (autuado como PLS 2.787/2019) onde aguarda análise da CCJ (Comissão de Constituição e Justiça), cuja ementa “Altera a Lei de Crimes Ambientais para tipificar o crime de ecocídio e a conduta delitiva do responsável por desastre relativo a rompimento de barragem (Brasil, 2019).

Os principais pontos deste projeto são a tipificação como ecocídio da conduta de dar causa a desastre ecológico por contaminação atmosférica, hídrica ou do solo, destruição significativa da flora ou mortandade de animais; a exigência que o desastre gere estado de calamidade ou zona de sacrifício. Prevê uma pena reclusão de 4 a 12 anos e multa e aumenta a pena se o crime for cometido por motivo econômico, em período de seca, ou se houver omissão do responsável técnico. Também inclui a conduta específica de rompimento de barragem como crime autônomo e criminaliza a elaboração de laudo falso ou enganoso sobre segurança de barragem (Brasil, 2019)

O Projeto de Lei 2933/2023 que propõe a alteração da Lei nº9.605/98 (Lei dos Crimes Ambientais) apresentado em 05/06/2023 (Dia Mundial do Meio Ambiente) pelo Deputado Guilherme Boulos, obteve o parecer favorável da Comissão de Constituição e Justiça e de Cidadania da Câmara dos Deputados, que entendeu pela sua constitucionalidade, juridicidade, técnica legislativa e, no mérito, propôs sua aprovação e do Projeto de Lei nº 2.875/2024, apensado, com substitutivo, que transcreve-se abaixo (Brasil, 2019).

O Congresso Nacional decreta:

Art. 1º Esta Lei altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, para tipificar como crime o ecocídio. Art. 2º A Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, passa a vigorar acrescida dos seguintes artigos: “Art. 54-A. Praticar ecocídio, assim considerado qualquer ato ilícito ou arbitrário perpetrado com consciência de que existe grande probabilidade de que cause danos graves extensos ou duradouros ao meio ambiente. Pena - reclusão de 5 (cinco) a 10 (dez) anos, e multa. §1º Para os fins deste artigo, considera-se: I – arbitrário: o ato de imprudência temerária que gere danos manifestamente excessivos em relação à vantagem social ou econômica que se preveja; II – grave: o dano que cause mudanças muito adversas, perturbações ou danos notórios para qualquer elemento do meio ambiente, incluídos os efeitos para a vida humana ou os recursos naturais, culturais ou econômicos; III – extenso: o dano que vá além de uma zona geográfica limitada, transborde as fronteiras estatais ou afete a totalidade de um ecossistema ou uma espécie ou a um grande número de seres humanos;

IV – duradouro: o dano irreversível ou que não se possa reparar mediante a regeneração natural em um prazo razoável. § 2º A pena será aumentada de um terço até a metade se: I – resultar em lesão grave ou morte de alguém; II – causar danos irreparáveis a espécies ameaçadas de extinção; III – for praticado em unidades de conservação, em suas zonas de amortecimento ou em áreas de proteção permanente; IV – afetar fontes de abastecimento de água potável. § 3º Se o crime for cometido por pessoa jurídica, serão aplicadas as sanções previstas nos artigos 21 e 22 desta Lei, sem prejuízo de outras sanções. Art. 54-B. A condenação por ecocídio incluirá a obrigação de reparar os danos causados, mediante a restauração do ambiente degradado, sempre que possível. Parágrafo único. Quando a restauração do ambiente degradado não for possível, o condenado deverá compensar os danos causados por meio de medidas alternativas, as quais serão definidas pelos órgãos ambientais competentes. Art. 54-C. A União, os estados, o Distrito Federal e os municípios, em suas respectivas esferas de competência, promoverão ações para prevenir e minimizar os efeitos do ecocídio, com o objetivo de assegurar a proteção do meio ambiente e a preservação da vida em todas as suas formas, incluindo: I – promoção de ações educativas em todos os níveis de ensino, a fim de conscientizar a população sobre a importância da proteção do meio ambiente e os riscos do ecocídio; II – apoio à pesquisa e ao desenvolvimento de tecnologias para a recuperação de áreas degradadas e a remediação de danos ambientais, incluindo a reintrodução de espécies e a restauração de ecossistemas (Brasil, 2019)

Na comparação entre os dois projetos de lei, verifica-se que a definição de “ecocídio” diverge; enquanto o de 2019 foca no rompimento de barragem e desastre ecológico de grande escala o de 2023 prevê a destruição ambiental grave em sentido amplo e sistêmico.

O PL 2933/2023 utiliza a definição de ecocídio do Painel Independente de Especialistas (Stop Ecocide Foundation, 2021), apresentado no tópico anterior do presente estudo.

Aliás, o Projeto 2.787/2019 surgiu como uma resposta direta às tragédias de Mariana e Brumadinho no Brasil, o que explica seu foco técnico em rompimento de barragens e zonas de sacrifício. Já o PL 2.933/2023 reflete o amadurecimento do debate internacional, alinhando-se à proposta de emenda ao Estatuto de Roma defendida por juristas globais.

Ambos os projetos apresentam a mesma pena de reclusão, no entanto o PL 2933/2023 prevê expressamente a responsabilização penal da pessoa jurídica, enquanto o PL 2787/2019 não.

No ordenamento jurídico brasileiro, admite-se a responsabilização penal de pessoas jurídicas por infrações ambientais, independentemente da persecução simultânea de uma pessoa física. No âmbito internacional, não. Essa abordagem mitiga um segundo obstáculo no processamento dos crimes ambientais: o estabelecimento do vínculo de causalidade entre a conduta e o dano causado. Mostra-se menos complexo imputar a responsabilidade a uma empresa por determinado prejuízo ambiental do que a uma pessoa física, no interior dessa mesma organização, protegida por múltiplas camadas e instâncias decisórias internas.

Inclusive, já foi superada a “teoria da dupla imputação em crimes ambientais”.

Após o julgamento pelo Supremo Tribunal Federal (STF) do [RE 548.181](#), o STJ modificou a sua jurisprudência e deixou de adotar a teoria da dupla imputação para a responsabilização das pessoas jurídicas por crimes ambientais.

Antes, o tribunal entendia que essa responsabilidade dependia da imputação concomitante da pessoa física que agia em nome da pessoa jurídica (ou em seu benefício). Isso porque, conforme explicou o ministro Reynaldo Soares da Fonseca no julgamento do [RMS 39.173](#), “somente à pessoa física poderia ser atribuído o elemento volitivo do tipo penal (culpa ou dolo)”.

Com a decisão da Suprema Corte, detalhou o ministro, o STJ seguiu o entendimento de que é possível a responsabilização penal da pessoa jurídica por crimes ambientais independentemente da responsabilização da pessoa física que a represente.

No recurso relatado pelo ministro, a Quinta Turma manteve ação penal contra a Petrobras por provocar danos ambientais durante a implantação do trecho marítimo

do gasoduto do Projeto Manati na Baía de Todos os Santos, na Praia de Cairú, em Salinas da Margarida (BA), no ano de 2005. A empresa pedia o trancamento da ação contra ela em razão de a pessoa física ligada ao crime ter sido absolvida (STJ, 2024).

Assim, estabelecer o nexo causal entre os prejuízos decorrentes do colapso da barragem de Brumadinho, degradação ambiental, perda de vidas humanas, entre outros, e a empresa responsável pela estrutura mostra-se menos intrincado do que identificar o agente causador, seja pessoa física ou jurídica, do aquecimento global ou da mudança climática.

Outrossim, para além da construção do nexo causal, faz-se necessário ainda examinar o elemento subjetivo, isto é, a intenção do agente ao praticar a conduta. O tratamento do dolo (elemento subjetivo) no crime de ecocídio é um dos pontos centrais do debate jurídico, tanto na doutrina internacional quanto nas propostas legislativas brasileiras. A dificuldade reside em conciliar a gravidade do crime com a complexidade de provar a intenção do agente em contextos de destruição ambiental em larga escala.

Para a seara ambiental, mais uma vez, esse requisito técnico gera dificuldades. A maioria dos desastres ambientais não são, a priori, causados com intencionalidade direta (o que, no Brasil, chama-se dolo direto). Ocorrem comumente por acidentes precedidos de negligência, imperícia ou imprudência (modalidades de culpa), ou, quando muito, sem intenção, mas se aceitando o risco de causar o dano (dolo eventual) (Brochado, 2023).

O PL 2.787/2019 define ecocídio como “dar causa a desastre ecológico”, exigindo que a conduta gere estado de calamidade ou zona de sacrifício. O tipo penal reclama dolo, mas não especifica qual modalidade. Assim, interpreta-se que tanto o dolo direto quanto o eventual se enquadram, desde que o agente tenha consciência do potencial lesivo de sua ação (Brasil, 2019)

Já o PL 2.933/2023 inspirado na definição do Painel de Especialistas 2021, prevê o dolo nos seguintes termos: “Atos ilegais ou temerários cometidos com conhecimento da probabilidade de causar danos ambientais graves, generalizados ou de longo prazo.”

A palavra “temerários” indica que o projeto abrange expressamente o dolo eventual, o agente assume o risco de produzir o dano, ainda que não o deseje diretamente. Essa é a principal inovação em relação ao PL de 2019.

Não obstante, nos deparamos com a dificuldade de se provar intenção específica de destruir ou de se provar que o agente conhecia o risco e a probabilidade. E mais, a culpa consciente não se aplica ao ecocídio, que apresenta uma distinção tênue com dolo eventual na prática.

Importa registrar que, nos termos do Projeto de Lei nº 2.787/2019, caso venha a

ser aprovado, os desastres de Mariana e Brumadinho não se adequariam ao tipo penal de ecocídio previsto no art. 54-A, mas sim à conduta de “dar causa a rompimento de barragem” tipificada no art. 60-A, em observância ao princípio da especialidade (Brasil, 2019).

A despeito disso, a tipificação do ecocídio no ordenamento jurídico brasileiro, parece mais viável do que no sistema internacional, bem como, mais efetiva sua aplicabilidade.

Pretende-se, logo, demonstrar que o crime de ecocídio pode tomar o mesmo rumo que percorreram os crimes de genocídio e contra a humanidade: de conjecturas teóricas – e pouca expectativa de se tornarem realidade – a tratados ratificados por centenas de países, responsabilizados numa Corte Internacional permanente. Nestes dois últimos casos, foram necessárias uma Guerra Mundial e um holocausto para convencer os atores internacionais a agir (Brochado, 2023).

Tem-se como exemplo o maior desastre ambiental e químico já documentado que ocorreu em dezembro de 1984, na cidade indiana de Bhopal. Uma unidade fabril de pesticidas operada pela Union Carbide India Limited (UCIL), subsidiária indiana da estadunidense Union Carbide Corporation, liberou aproximadamente 40 toneladas de gases letais, com destaque para o isocianato de metila. O episódio ocasionou a morte imediata de mais de 2 mil pessoas e, atualmente, estima-se que cerca de 600 mil indivíduos ainda apresentem sequelas, alcançando já a terceira geração de vítimas, além da contaminação do solo e dos recursos hídricos da região (Forni, 2024).

O caso Bhopal é um fracasso judicial, nas searas nacional e internacional, pois diversas ações foram propostas tanto nos Estados Unidos como na Índia e nenhuma delas, tanto cível ou penal, restaram frutíferas.

Na hipótese de a Índia contar com o ecocídio devidamente criminalizado em sua legislação, talvez a condenação fosse o desfecho mais provável da situação. Esta subscritora não estende a hipótese aos Estados Unidos, pois seria uma situação utópica e não mais hipotética.

Vários Estados já inseriram o ecocídio em seus ordenamentos jurídicos, são eles: Rússia (1996, com emenda em 2012), Vietnã (1999), Armênia (2003), Bielorrússia (1999), Moldova (2002), Ucrânia (2001), Geórgia (1999), Cazaquistão (1997), Quirguistão (1997) Tadjiquistão (1998) (Brochado, 2023).

Logo, o debate acerca da contribuição da tipificação do ecocídio para o enfrentamento da urgência climática encontra viabilidade somente quando sustentado no sistema normativo nacional.

CONCLUSÃO

O presente estudo percorreu o itinerário do crime de ecocídio desde suas origens conceituais, até os debates contemporâneos sobre sua tipificação no Direito Penal Internacional e no ordenamento jurídico brasileiro.

Constatou-se que, embora a criminalidade ambiental possua reconhecidamente caráter transnacional, a ausência de uma definição precisa e consensual de ecocídio sempre figurou como um dos principais obstáculos à sua consolidação como crime autônomo na seara internacional. A proposta apresentada pelo Painel Independente de Especialistas em 2021 representou um avanço significativo nesse sentido, ao oferecer uma definição juridicamente robusta, pois equilibra o rigor penal com a operacionalidade probatória.

No plano interno, verificou-se que o Brasil conta atualmente com dois projetos de lei em tramitação: o PL 2.787/2019, aprovado na Câmara e atualmente sob análise do Senado Federal, com foco em desastres ecológicos e rompimento de barragens; e o PL 2.933/2023, em tramitação na Câmara dos Deputados, alinhado à definição do Painel de Especialistas e com previsão expressa de responsabilização penal da pessoa jurídica e proteção a povos tradicionais. Ambos os projetos, todavia, ainda aguardam deliberação final, o que revela a resistência política e as dificuldades técnicas que cercam a matéria.

A análise do elemento subjetivo demonstrou que o dolo eventual, e não o dolo direto, constitui a modalidade mais adequada para a tipificação do ecocídio, especialmente diante da complexidade probatória inerente a estruturas corporativas com múltiplas camadas decisórias. A construção do nexo causal entre a conduta e o dano ambiental, por sua vez, revelou-se um desafio adicional, notadamente em contextos de danos difusos e cumulativos, mais no plano internacional do que no nacional, como o aquecimento global.

Por fim, apurou-se que a tipificação do ecocídio, no plano internacional, apresenta entraves de difícil superação a curto ou médio prazo e, ainda que superados e criminalizada a conduta, outros obstáculos se apresentariam para o processamento e cumprimento da condenação dos responsáveis.

Não obstante, o reconhecimento do crime no ordenamento jurídico nacional é muito mais viável, superando-se a barreira política, e pode ser alcançado a curto prazo, sendo que a apuração de responsabilidades e o cumprimento da condenação seriam alcançados, na medida da eficácia do Poder Judiciário local.

E quiçá, seja futuramente este o caminho de todas as normas de proteção ambiental, ou seja, serem pensadas somente internamente, embora os danos ambientais sejam transfronteiriços. Ressalte-se que, pensada esta hipótese diante da conjuntura internacional.

Diante de todo o exposto, conclui-se que a tipificação do ecocídio no ordenamento jurídico brasileiro apresenta boas perspectivas para o enfrentamento da urgência climática, desde que superados os obstáculos legislativos, probatórios e políticos aqui examinados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, R. da S.; ESPINDOLA, G. M. de; MOITA NETO, J. M.. O que é? Como é? Ecocídio! Uma pesquisa bibliométrica na Web of Science. **Veredas do Direito**, Belo Horizonte, v. 22, n. 2, e3260, 2025. DOI: 10.18623/rvd.v22.n2.3260. Disponível em: <https://revista.domhelder.edu.br/index.php/veredas/article/view/3260>. Acesso em: 23 jul. 2026.

BRASIL. Câmara dos Deputados. **Projeto de Lei nº 2787/2019**. Altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 (Lei de Crimes Ambientais), para tipificar o crime de ecocídio e a conduta delitiva do responsável por desastre relativo a rompimento de barragem, e dá outras providências. Brasília, DF: Câmara dos Deputados, 2019. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=2201529>. Acesso em: 23 jul. 2026.

BRASIL. Câmara dos Deputados. **Projeto de Lei nº 2933/2023**. Tipifica o crime de ecocídio, inserindo-o na Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Brasília, DF: Câmara dos Deputados, 2023. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=2367513>. Acesso em: 23 jul. 2026.

BROCHADO, D.. **Ecocídio: a criminalização da destruição ambiental no direito internacional e no direito brasileiro**. Belo Horizonte: D'Plácido, 2023.

FALK, R.. Environmental warfare and ecocide — a legal approach. **Revue Belge de Droit International**, [S. l.], v. 9, n. 1, 1973. Disponível em: <https://www.legal-tools.org/doc/3i5yt4/>. Acesso em: 23 jul. 2026.

FERNANDES, J. R.. **Painel de doze especialistas para definição de ecocídio é convocado após 75 anos dos termos “genocídio” e “crimes contra a humanidade”**. Ecocídio, 2024. Disponível em: <https://ecocidio.com.br/painel-de-doze-especialistas-para-definicao-de-ecocidio-e-convocado-apos-75-anos-dos-terminos-genocidio-e-crimes-contr-a-humanidade/>. Acesso em: 23 jul. 2026.

FONSECA, R.. Crise ambiental exige aplicação do Direito Penal. **Migalhas**, 2025. Disponível em: <https://www.migalhas.com.br/quentes/433767/crise-ambiental-exige-aplicacao-do-direito-penal-diz-reynaldo-fonseca>. Acesso em: 27 jul. 2026.

FORNI, J. J.. **40 anos depois, maior crime industrial da história continua impune**. UFSM, 2024. Disponível em: <https://ufsm.br/r-880-387>. Acesso em: 27 jul. 2026.

SILVA, C. C. F. da. **Ecocídio: uma breve análise sobre sua origem e impasses sobre sua atual e futura existência**. 2020. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/xmlui/bitstream/handle/1884/93342/R%20-%20E%20-%20CAROLINE%20COSTA%20FONTES%20DA%20SILVA.pdf>. Acesso em: 27 jul. 2026.

STOP ECOCIDE FOUNDATION. **Painel de Especialistas Independentes encarregados da definição de ecocídio**: comentário e texto central. Tradução livre. Junho de 2021. Disponível em: <https://ecocidio.com.br/wp-content/uploads/2023/07/Ecocidio-Definicao-Legal-e-Comentario-2021-TRADUCAO-GOOGLE.pdf>. Acesso em: 23 jul. 2026.

SUPERIOR TRIBUNAL DE JUSTIÇA (Brasil). **A responsabilidade penal das pessoas jurídicas segundo o STJ**. Brasília, DF: STJ, 2024. Disponível em: <https://www.stj.jus.br/sites/portalp/Paginas/Comunicacao/Noticias/2024/05052024-A-responsabilidade-penal-das-pessoas-juridicas-segundo-o-STJ.aspx>. Acesso em: 30 jul. 2026.

REVISÃO DA LITERATURA SOBRE AS POLÍTICAS PÚBLICAS PARA URGÊNCIA CLIMÁTICA DE PRAIA GRANDE-SP

Karen Kristensen Medaglia Motta¹

RESUMO

Este artigo apresenta uma revisão da literatura e dos marcos legais concernentes às políticas públicas voltadas ao enfrentamento da urgência e emergência climática no município de Praia Grande, Estado de São Paulo. Como município costeiro da Região Metropolitana da Baixada Santista, Praia Grande apresenta elevada vulnerabilidade a perigos hidrometeorológicos, tais como a elevação do nível médio do mar, ressacas, inundações costeiras, enxurradas e escorregamentos de encostas. O trabalho referencia os conceitos de desastres e urgência climática, mapeia o arcabouço legislativo municipal e analisa as avaliações de risco e exposição de bairros periféricos, bem como das unidades de conservação (como o Parque Estadual Xixová-Japuí e o Parque Municipal do Piaçabuçu). Por fim, detalha as medidas estruturais e não estruturais previstas no Plano Diretor de Drenagem, no Plano Diretor Municipal, no Plano Regional de Adaptação e Resiliência Climática (PRARC-BS) e na minuta paulista do Plano de Adaptação. Conclui-se que, embora Praia Grande venha evoluindo na criação de diretrizes institucionais, licenciamento ambiental local e monitoramento tecnológico, a consolidação e a implementação abrangente dos instrumentos de resiliência continuam sendo desafios prementes para a proteção social e ambiental.

PALAVRAS-CHAVE

Urgência climática; emergência climática; Praia Grande; adaptação; políticas públicas.

ABSTRACT

This article presents a review of the literature and legal frameworks concerning public policies aimed at addressing the urgency and climate emergency in the municipality of Praia Grande, State of São Paulo. As a coastal municipality in the Metropolitan Region of Baixada Santista, Praia Grande is highly vulnerable to hydrometeorological hazards, such as the rise in mean sea level, storm surges, coastal floods, flash floods and landslides. The work references the concepts of disasters and climate

¹ Advogada e mestra em análise e planejamento energético pelo Instituto de Energia e Ambiente (IEE) da Universidade de São Paulo (USP). karenkristensen@adv.oabsp.org.br

urgency, maps the municipal legislative framework and analyzes the risk and exposure assessments of peripheral neighborhoods, as well as conservation units (such as the Xixová-Japuí State Park and the Piaçabuçu Municipal Park). Finally, it details the structural and non-structural measures provided for in the Drainage Master Plan, the Municipal Master Plan, the Regional Plan for Climate Adaptation and Resilience (PRARC-BS) and the São Paulo draft of the Adaptation Plan. It is concluded that, although Praia Grande has been evolving in the creation of institutional guidelines, local environmental licensing and technological monitoring, the consolidation and comprehensive implementation of resilience instruments continue to be pressing challenges for social and environmental protection.

KEYWORDS

Climate urgency; climate emergency; Praia Grande; adaptation; public policies.

INTRODUÇÃO

A formulação de políticas públicas resulta da atuação conjunta ou isolada dos poderes Executivo e Legislativo, estruturada em planos e programas governamentais que deveriam responder às demandas sociais. No cenário atual de crise ambiental, os governos locais ganharam protagonismo na condução de ações de mitigação e adaptação climática.

No Brasil, o ordenamento jurídico federativo confere aos municípios responsabilidades cruciais, como o zoneamento urbano, habitação social em áreas seguras, sistemas de defesa civil e monitoramento de riscos, além de obras de drenagem (Simões et al., 2017; Soares, 2025). Adicionalmente, a maturidade da gestão climática local é refletida na regulamentação de instrumentos como Planos de Mobilidade, Habitação, Saneamento, Mitigação e Adaptação Climática e Planos de Gestão de Resíduos Sólidos (Neder et al., 2021; Soares, 2025).

Apesar do amparo legal, a literatura aponta historicamente para uma escassez de esforços práticos na implementação dessas diretrizes estruturais nas cidades (Nogueira; Oliveira; Canil, 2014; Sathler; Paiva; Brant, 2014; Soares, 2025). A descentralização administrativa é urgente em municípios costeiros como Praia Grande, localizado na Baixada Santista, que apresenta elevada vulnerabilidade aos efeitos das mudanças climáticas.

A cidade enfrenta perigos hidrometeorológicos frequentes, incluindo o aumento do nível do mar, erosão e inundações costeiras agravadas pela combinação de ressacas e marés de sizígia (Soares, 2025). Esse quadro é intensificado por chuvas extremas que causam alagamentos e movimentos de massa em encostas, enquadra-

dos como desastres naturais que impactam a infraestrutura local, a biodiversidade e a economia (Soares, 2025).

Nesta esteira, este cenário converge com o panorama consolidado pelo Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC), que alerta para a reincidência de tempestades e temperaturas extremas (PBMC, 2016; Souza, 2010).

Frente a essa realidade, este artigo científico tem como objeto de estudo o município de Praia Grande, localizado no Estado de São Paulo. O objetivo geral da pesquisa é realizar uma revisão da literatura sobre as políticas públicas voltadas para a urgência climática implementadas na cidade. A metodologia aplicada consiste em um levantamento documental e bibliográfico nos bancos de dados oficiais da Câmara Municipal e da Prefeitura de Praia Grande, além da análise dos principais trabalhos técnicos e acadêmicos desenvolvidos em parceria entre o governo municipal e universidades. A justificativa deste estudo fundamenta-se na necessidade de verificar o real estágio de desenvolvimento, articulação e eficácia das políticas públicas locais de enfrentamento à crise climática, preenchendo a lacuna apontada pela literatura científica sobre a efetividade da gestão ambiental municipal.

1. CONCEITO SOBRE URGÊNCIA CLIMÁTICA E DESASTRES NATURAIS

Conceitualmente, a United Nations International Strategy for Disaster Reduction (UN-ISDR, 2009) define desastre como uma severa perturbação no funcionamento de uma comunidade ou sociedade. Essa disrupção acarreta perdas humanas, materiais, econômicas ou ambientais de grande magnitude, cujos impactos suplantam a capacidade de resiliência e resposta da comunidade afetada por meio de seus próprios recursos (Tominaga et al., 2015).

Para fins de catalogação e análise estatística global, o Emergency Disasters Data Base (EM-DAT), em seu Relatório Estatístico Anual de 2007 (Scheuren et al., 2008; Tominaga et al., 2015), estabelece critérios objetivos para a quantificação de um evento como desastre. A caracterização exige o atendimento a pelo menos um dos seguintes requisitos:

- Registro de 10 ou mais óbitos;
- Afetação de 100 ou mais indivíduos;
- Decretação de estado de emergência;
- Solicitação de assistência internacional.

Além disso, o panorama internacional de gestão de riscos sofreu uma transição paradigmática na década de 1990, instituída pelas Nações Unidas como a Década

Internacional para Redução de Desastres Naturais (IDNDR). O período focou no fomento de soluções mitigatórias e no fortalecimento de programas preventivos. Como desdobramento da IDNDR, estabeleceu-se a Estratégia Internacional para Redução de Desastres (ISDR), com o escopo de ampliar o engajamento público, disseminar o conhecimento técnico-científico e consolidar parcerias estratégicas para a mitigação de riscos (UN-ISDR, 2004; Tominaga et al., 2015).

Atualmente, reconhece-se que as ações humanitárias emergenciais, embora indispensáveis, devem ser indissociáveis da avaliação prévia e da mitigação de vulnerabilidades para viabilizar o desenvolvimento sustentável. Contudo, conforme postulado por Veyret (2007), subsiste uma assimetria entre os investimentos em prevenção e as respostas de urgência. Esse desequilíbrio é motivado pelo fato de que as medidas preventivas de redução de riscos carecem da mesma visibilidade política e midiática usufruída pelas ações assistenciais pós-desastre.

Diante disso, a ISDR/ONU direciona seus esforços analíticos para a compreensão da vulnerabilidade. Esta é concebida como o estado resultante de condicionantes físicas, sociais, econômicas e ambientais que potencializam a suscetibilidade de um sistema socioambiental perante eventos adversos.

Dado que o perigo natural é intrínseco e frequentemente inevitável, a governança do risco orienta-se à minimização da exposição por meio do desenvolvimento de capacidades institucionais, individuais e coletivas. Desse modo, a participação comunitária e a capacidade de enfrentamento local figuram como pilares estruturais da gestão de riscos (UN-ISDR, 2004; Tominaga et al., 2015).

Não obstante, a dinâmica contemporânea dos desastres é intensificada pela emergência climática, caracterizada pelo aumento acelerado do gradiente térmico global e pela acentuação da frequência e magnitude de eventos climáticos extremos (5ª CNMA, 2025). As evidências científicas demonstram que a estabilização do sistema climático global requer a redução drástica das emissões de gases de efeito estufa (mitigação), concomitante ao investimento prioritário em estratégias de adaptação para os impactos antropogênicos inevitáveis.

Os dados atuais indicam que os impactos climáticos escalam de forma não linear em relação à temperatura média global, desencadeando efeitos em cascata e limiares de não retorno (tipping points); ademais, a capacidade adaptativa de sistemas humanos e ecossistêmicos sofre severa redução em cenários que superam o limiar de 1,5°C (Carvalho, 2022).

Este cenário de crise sistêmica consolidou o termo da “emergência climática”, eleita como o termo do ano em 2019 pela Oxford Languages (Oxford University, 2021; Carvalho, 2022). Sob a perspectiva lexicográfica e socioambiental, a Oxford University (2021b) a define como uma conjuntura que demanda intervenção imediata para mitigar ou reverter as mudanças climáticas, obstaculizando danos ambientais severos e irreversíveis.

De forma complementar, a Cambridge University (2021) delimita o termo como o conjunto de problemas graves e urgentes decorrentes das alterações no clima global, especificamente o aquecimento global derivado da atividade antrópica (Carvalho, 2022). O núcleo convergente dessas definições reside na severidade e na irreversibilidade dos riscos correlatados, o que impõe a premência na execução de políticas públicas adaptativas e mitigatórias.

2. REVISÃO DA LITERATURA E RESULTADOS

O município de Praia Grande vem construindo um conjunto de normas jurídicas e institucionais voltadas ao ordenamento territorial, meio ambiente e saneamento, conforme resumido na Tabela 1.

Tabela 1: Legislação e Normas Municipais de Praia Grande/SP relacionadas ao Meio Ambiente e Ordenamento Territorial.

Tema	Norma	Ementa / Descrição resumida
Lei Orgânica	Lei Orgânica s/n	Lei que rege o Município de Praia Grande/SP.
Meio Ambiente	Lei Municipal nº 882/1994	Institui o CONDEMA – Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente.
Meio Ambiente	Lei Municipal nº 927/1995	Institui na Estância Balneária de Praia Grande a Ouvidoria do Meio Ambiente.
Meio Ambiente	Lei Municipal nº 1.108/2000	Dá novo tratamento ao CONDEMA.
Ordenamento Territorial	Decreto Municipal nº 3.335/2002	Constitui o Conselho Municipal de Desenvolvimento Urbano.
Ordenamento Territorial	Lei Complementar nº 473/2006	Aprova a Revisão do Plano Diretor para o período de 2007 a 2016.
Ordenamento Territorial	Lei Complementar nº 1.547/2011	Plano Municipal de Habitação de Interesse Social de Praia Grande.
Ordenamento Territorial	Lei Complementar nº 615/2011	Disciplina o ordenamento do uso, da ocupação e do parcelamento do solo. (Determina alterações no máximo uma vez ao ano, salvo manifesto interesse público).
Saneamento Básico	Lei Municipal nº 1.697/2013	Dispõe sobre a Política Municipal de Saneamento Básico e cria o Conselho Municipal de Saneamento Básico.
Meio Ambiente	Decreto Municipal nº 5.328/2013	Aprova o Regimento Interno do CONDEMA.
Meio Ambiente	Decreto Municipal nº 5.327/2013	Dispõe sobre a composição e nomeação dos integrantes do CONDEMA.
Ordenamento Territorial	Decreto Municipal nº 5.326/2013	Constitui o Conselho Municipal de Desenvolvimento Urbano para revisão do Plano Diretor (2016-2025).
Saneamento Básico	Decreto Municipal nº 5.654/2014	Institui o Conselho Municipal de Saneamento Básico de Praia Grande.
Ordenamento Territorial	Decreto Municipal nº 5.796/2015	Nomeia os integrantes da Comissão de Ordenamento do Uso e Ocupação do Solo.
Planejamento Urbano	Lei Complementar nº 727/2016	Aprova a Revisão do Plano Diretor (2017 a 2026). O Art. 107 (Título IX - Defesa Civil) estabelece a integração com políticas de meio ambiente, mudanças climáticas, recursos hídricos e geologia.
Manejo de Águas	Lei Municipal nº 1.823/2016	Aprova o Plano Diretor de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais de Praia Grande.
Conscientização Climática	Lei Ordinária nº 2.179/2023 (PL 107/2023)	Institui no calendário oficial do município a "Semana de Conscientização Acerca das Mudanças Climáticas" (Autoria: Ver. Francisco de Araújo Lima Junior).
Educação Ambiental	Lei Complementar nº 1.017/2025	Institui a Política Municipal de Educação Ambiental, processo contínuo e permanente para formação de cidadania e resiliência comunitária.
Licenciamento Ambiental	Lei Complementar nº 1.018/2025	Institui o Licenciamento Ambiental Municipal para empreendimentos de impacto local (LP, LI, LO), garantindo controle direto sobre emissões, supressão vegetal e impermeabilização.

Fonte: autoria própria.

De acordo com a atuação governamental mais recente, a reestruturação administrativa da Secretaria de Meio Ambiente (Sema) de Praia Grande, consolidada em junho de 2026, marcou um avanço institucional significativo com a criação da Diretoria de Políticas Climáticas e Ecoeficiência. Este órgão centraliza a coordenação de diretrizes estratégicas voltadas às transformações globais, compreendendo a mensuração contínua de indicadores de sustentabilidade, a elaboração de inventários de emissões e a captação de recursos financeiros para o fomento de projetos de resiliência.

Paralelamente, a instituição do Portal Municipal de Mudanças Climáticas buscou conferir transparência e engajamento social a essas ações (Praia Grande, 2026). No âmbito prático das mitigações urbanas, a municipalidade tem implementado a transição gradual da iluminação pública para a tecnologia LED, visando a otimização energética, e o incentivo ao transporte de baixa pegada de carbono, tanto pela substituição de combustíveis na frota coletiva quanto pela expansão das ciclovias voltadas ao funcionalismo público e à comunidade.

Esse panorama ganha sustentação democrática com iniciativas de participação popular, a exemplo da Primeira Conferência Municipal do Meio Ambiente realizada em dezembro de 2024, sob a temática da emergência climática e da transformação ecológica, alinhando de maneira direta o planejamento municipal às metas globais do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 13 (ODS 13) da Organização das Nações Unidas e às discussões da COP30.

Como resposta aos desafios hídricos costeiros, o Plano Diretor de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais do município estabeleceu diretrizes binárias que dividem a atuação governamental em medidas estruturais e não estruturais. Do ponto de vista das ações estruturais, o município combina intervenções diretas de engenharia, como a adequação física de canais de escoamento, a construção de reservatórios de amortecimento de picos de cheia conhecidos popularmente como “piscinões”, e projetos integrados de reurbanização que demandam o reassentamento de habitações vulneráveis em calhas de macrodrenagem. Essas ações são complementadas por intervenções estruturais indiretas, materializadas na normatização rigorosa de padrões de projetos e na fiscalização de obras sob responsabilidade privada ou estadual, promovendo a desobstrução de canais anteriormente cedidos ou ocupados. Em contrapartida, as medidas não estruturais focam na gestão sistêmica e na prevenção por meio do desassoreamento periódico de galerias, revegetação ciliar e adoção de pavimentos com alta permeabilidade.

No plano normativo e educacional, essas estratégias indiretas atuam no controle do uso do solo, resguardando as áreas de várzea e mantendo as taxas de impermeabilização planejadas para combater os processos de erosão e assoreamento, aliando a capacitação do corpo técnico a planos de contingência comunitários.

O diagnóstico territorial da região revela que as pressões antropogênicas sobre as zonas protegidas representam um desafio complexo para a sustentabilidade local (Litoral Sustentável, Petrobras & Instituto Pólis, 2012).

O Parque Estadual Xixová-Japuí, instituído pelo Decreto Estadual de São Paulo nº 37.536 de 1993, estende-se pelos territórios de São Vicente e Praia Grande e enfrenta severa pressão da expansão urbana e da especulação imobiliária em bairros como Parque Prainha, Japuí, Boqueirão e Canto do Forte.

A ocupação dessas encostas desencadeia a supressão de vegetação nativa, o aumento expressivo nos riscos de escorregamento de terra, alterações microclimáticas de insolação e o descarte irregular de efluentes e resíduos sólidos (Oliva, 2003).

Além dos impactos físicos, o local é palco de intensas disputas socioambientais, em que cerca de 80% dos conflitos reportados pela Polícia Ambiental envolvem o impasse institucional entre a Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo e a FUNAI a respeito da permanência e das atividades de subsistência da comunidade indígena Guarani, quadro que é agravado pela ausência de programas consolidados de uso público ordenado e fiscalização ostensiva. Paralelamente, o Parque Municipal do Piaçabuçu, instituído pela Lei Complementar Municipal nº 152 de 1996, destina seus 826 hectares à preservação crucial dos manguezais de Praia Grande.

Contudo, a efetividade de sua gestão esbarra em gargalos crônicos de regularização fundiária decorrentes da indefinição da titularidade das terras e da escassez de recursos orçamentários. Na ausência de uma resolução definitiva, o parque torna-se vulnerável ao descarte clandestino de resíduos da construção civil e ao surgimento de novos núcleos habitacionais irregulares.

Nessa toada, o panorama de riscos climáticos foi detalhado no Plano Regional de Adaptação e Resiliência Climática da Baixada Santista (PRARC-BS), fruto de uma cooperação técnica internacional envolvendo a SIMA, o CONDESB, a AGEM e o projeto Proadapta da agência alemã GIZ (SIMA, 2022).

Os modelos climatológicos indicam, com alta confiabilidade, o aumento na frequência e intensidade de precipitações extremas que geram inundações bruscas, enxurradas e movimentos de massa, alternados por estiagens prolongadas e ondas térmicas severas a partir do ano de 2050, além da elevação probabilística do nível do mar.

Essa dinâmica física encontra alta exposição socioespacial em aglomerados localizados em encostas com alto declive, como a Cidade da Criança e o entorno do Xixová, ou em assentamentos ribeirinhos nos bairros Ribeirópolis, Melvi, Antártica, Nova Mirim e Samambaia, vulneráveis a cheias repentinas.

Essa conjuntura solidifica Praia Grande como um hotspot regional de erosão costeira ao lado de Itanhaém e Peruíbe, evidenciando que os projetos de transferência

habitacional na divisa com São Vicente ainda demandam maior escala e velocidade.

Sob a ótica da capacidade adaptativa, as infraestruturas hídricas municipais voltadas ao reuso de águas pluviais no Jardim Melvi são classificadas com eficiência de média a baixa, condicionando o município a um estado de vulnerabilidade acentuada.

Adicionalmente, os 22 quilômetros de jardins ornamentais que compõem a orla marítima, embora representem uma barreira física, caracterizam-se pela predominância de espécies exóticas de pequeno porte e palmeiras, demandando a substituição planejada por cerca de 58 espécies nativas aptas a fornecer sombreamento efetivo, conforto térmico e serviços ecossistêmicos robustos.

Por fim, segundo o Relatório Técnico nº 158.150-205 do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), foram mapeadas 4 áreas de risco em Praia Grande, desdobradas em 6 setores específicos (Tabela 2).

Tabela 2: Setores e Áreas de Risco Mapeadas no Município de Praia Grande/SP

Nome da Área	Nº Área	Nº do Setor	Processo Identificado	Nível de Risco
Morro do Xixová – Av. Pres. Costa e Silva / Av. Ecológica	PGR - 01	PGR-01-01	Deslizamento	SM – Setor de Monitoramento
		PGR-01-02	Rolamento / Desplacamento / Deslizamento	SM – Setor de Monitoramento
		PGR-01-03	Rolamento / Desplacamento / Deslizamento	R3 – Risco Alto
Vila Sônia, Antártica, Caieiras, Quietude – R. João R. Corrêa / R. Armando Fajardo / Rua 12	PGR - 02	PGR-02-01	Inundação	SM – Setor de Monitoramento
Ribeirópolis e Samambaia – R. Frei Ricardo do Pilar / R. Afonso D. Taunay / Av. das Castanheiras / Av. Luis Amaro Costa	PGR - 03	PGR-03-01	Inundação	SM – Setor de Monitoramento
Jardim Alice II – R. João Antônio da Silva / R. Lino Félix	PGR - 04	PGR-04-01	Deslizamento	SM – Setor de Monitoramento

Fonte: IPT/Sirden – Relatório técnico nº 158150-205.

Para conter o avanço das ocupações desordenadas sobre essas áreas e congelar núcleos subnormais, a Secretaria de Assuntos de Segurança Pública (Guarda Ambiental) vem aplicando tecnologias de monitoramento contínuo por imagens e sensoriamento remoto, investindo cerca de R\$ 273.000,00 e cobrindo contingentes vul-

neráveis (Brasil, 2025).

Ademais, como forma de auxiliar os municípios com os planos de adaptação costeira, embora formulado em 2013, o Plano Participativo de Adaptação às Mudanças Climáticas pelo Governo do Estado de São Paulo, detalhou os potenciais impactos e as medidas de enfrentamento para a Zona Costeira paulista (Observatório do Clima, 2021):

“Vulnerabilidades e Impactos Esperados na Costa Paulista: Prejuízos estruturais a portos, emissários e redes de saneamento; danos à urbanização litorânea; ampliação de riscos de escoamento e inundação; intrusão salina em aquíferos e captações de água doce; alteração das áreas de manguezais, restingas e florestas de baixada; alterações no padrão de ondas; erosão costeira acelerada; e impactos negativos sobre o turismo e a pesca artesanal.”

Entretanto, medidas de enfrentamentos e propostas foram citadas, tais como:

a) Monitoramento Ambiental e Modelagem Oceanográfica: Monitoramento contínuo de variáveis micrometeorológicas e hidrodinâmicas; otimização dos modelos numéricos de previsão de agitação marítima e quantificação da morfodinâmica praial em eventos de tempestades (ressacas); e modelagem probabilística de estruturas de proteção costeira com risco de 1%.

b) Soluções Baseadas na Natureza (SbN) e Salvaguarda Ecológica: Restauração ecológica de ecossistemas dunares e restingas integrados ao planejamento urbano; remediação de passivos ambientais em áreas degradadas; e consolidação dos espaços territoriais especialmente protegidos e do ordenamento territorial, em conformidade com as diretrizes do Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE - Decreto Estadual nº 58.996/2013).

c) Gestão de Vulnerabilidades e Planejamento Territorial: Aperfeiçoamento dos instrumentos de contingência e planos preventivos desenvolvidos pela Defesa Civil; mapeamento contínuo de cartografia de áreas suscetíveis a riscos geológicos e hidrológicos pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT); e governança multinível por meio da articulação de comitês de bacias hidrográficas e consórcios intermunicipais (CONDESB).

d) Estratégias de Adaptação Costeira e Resiliência Urbana: Alimentação artificial de praias (beach nourishment); implantação de obras rígidas de defesa (enrocamentos e quebra-mares) sob critérios de estrita necessidade; realocação planejada (managed retreat) ou reengenharia adaptativa de infraestruturas vulneráveis; e reaproveitamento de áreas alagadiças para aquicultura.

CONCLUSÕES

A análise da literatura e do conjunto de normas indica que o município de Praia Grande atravessa uma transição importante no tratamento da agenda climática, evoluindo de uma abordagem reativa baseada no atendimento emergencial pós-desastre para uma estratégia mais estruturada de governança local.

A criação da Diretoria de Políticas Climáticas e Ecoeficiência em 2026, aliada às Leis Complementares de Educação Ambiental (nº 1.017/2025) e Licenciamento Ambiental Municipal (nº 1.018/2025), demonstra avanço institucional relevante.

Entretanto, os diagnósticos regionais do PRARC-BS e os mapeamentos do IPT revelam contundentes pontos de vulnerabilidade: a alta exposição de aglomerados em bairros como Ribeirópolis, Melvi, Samambaia, Antártica e encostas do Xixová; as pressões antrópicas e fundiárias sobre o Parque Estadual Xixová Japuí e Parque Municipal do Piaçabuçu; e o fato de Praia Grande se posicionar como um hotspot de erosão costeira na Baixada Santista.

Para garantir a eficácia da Política Municipal de Mudanças Climáticas em elaboração, é fundamental acelerar a implementação das medidas não estruturais de drenagem, promover a substituição de espécies arbóreas na orla marítima para melhoria do microclima e assegurar a remoção e relocação de famílias situadas em setores de risco elevado (R3), garantindo a resiliência urbana e a justiça socioambiental.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Ministério das Cidades. [LEMON, M.F., MARTINS, A., CAMPANHONI, A., VALE, M., PRADO, H., MELLO-SILVA, C., SANTOS, A., DOMINGUES, I. (Org.)]. **Catálogo de Iniciativas Climáticas Urbanas no Brasil**. Brasília: UCCRN-LA, ONU-Habitat, GIZ, 2025. Disponível em: <https://agendasustentabilidade.org.br/documents/20251110-relatorio-giz-catalogo-de-iniciativas-climaticas.pdf>.

CARVALHO, D. W.de. **Desvendando a Emergência Climática /Unveiling the Climate Emergency**. Revista Jurídica do Ministério Público Catarinense, Florianópolis, v. 17, n. 36, p. 39-64, nov. 2022. Disponível em: <https://seer.mpsc.mp.br/index.php/atuacao/article/view/207>.

NEDER, E. A. et al. **Urban adaptation index: assessing cities readiness to deal with climate change**. Climatic Change, [s. l.], v. 166, n. 1, p. 16, 2021.

NOGUEIRA, F. R.; OLIVEIRA, V. E.s de; CANIL, K.. **Políticas públicas regionais para gestão de riscos: o processo de implementação no ABC, SP**. Am-

biente & Sociedade, [s. l.], v. 17, p. 177–194, 2014.

OBSERVATÓRIO DO CLIMA. **Adaptação dos municípios costeiros à mudança do clima**. São Paulo: Observatório do Clima, 2021. 99 p. ISBN 978-65-998407-5-3. Disponível em: <https://climaeoceano.oc.eco.br/wp-content/uploads/2023/09/CLO-adaptacao-mudancas-clima-BR-rev.pdf>.

OLIVA, A.. **Programa de manejo de fronteiras para o Parque Estadual Xixová-Japuí-SP**. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - ESALQ-USP, Piracicaba, 2003. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11150/tde-05022004-102030/publico/adriana.pdf>.

PBMC. **Impacto, vulnerabilidade e adaptação das cidades costeiras brasileiras às mudanças climáticas**. Relatório Especial do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas [Marengo, J.A., Scarano, F.R. (Eds.)]. Rio de Janeiro: PBMC, COPPE - UFRJ, 2016. 184 p. ISBN 978-85-285-0345-6. Disponível em: https://ppgoceano.paginas.ufsc.br/files/2017/06/Relatorio_DOIS_v1_04.06.17.pdf.

PETROBRAS; INSTITUTO PÓLIS. **Diagnóstico Urbano Socioambiental Participativo: Resumo Executivo de Praia Grande – Litoral Sustentável, Desenvolvimento com Inclusão**. São Paulo, 2012. Disponível em: <https://polis.org.br/wp-content/uploads/2020/03/Resumo-Executivo-Praia-Grande-Litoral-Sustentavel.pdf>.

PRAIA GRANDE. Prefeitura Municipal. **Praia Grande lança portal dedicado às Mudanças Climáticas**. Praia Grande, 11 jun. 2026. Disponível em: <https://www2.praiagrande.sp.gov.br/noticia/praia-grande-lanca-portal-dedicado-as-mudancas-climaticas->.

SATHLER, D.; PAIVA, J. C.; BRANT, T.. **Cidades e Mudanças Climáticas: iniciativas de planejamento urbano e de governança local nas Regiões Metropolitanas brasileiras**. ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS: POPULAÇÃO, GOVERNANÇA E BEM-ESTAR, [s. l.], v. 24, 2014.

SCHEUREN, J. M.; LE POLAIN DE WAROUX, O.; BELOW, R.; GUHA-SAPIR, D.; PONSERRE, S.. **Annual disaster statistical review: the numbers and trends 2007**. Brussels: Center for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED), 2008. Disponível em: https://www.cred.be/sites/default/files/ADSR_2007.pdf.

SIMA - Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo. **Subsídios para Elaboração do Plano Regional de Adaptação e Resiliência Climática da Baixada Santista (PRARC-BS)**. Projeto Municípios Paulistas Resilientes (SIMA/GIZ/PROADAPTA/AGEM/CONDESB), 2022. Disponível em: <https://semil.sp.gov.br/tag/plano-regional-de-resiliencia-e-adaptacao-climatica/>

SIMÕES, E. A. et al. **Barriers and opportunities for adapting to climate change on the North Coast of São Paulo, Brazil**. Regional Environmental Change, [s. l.], 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10113-017-1133-5>.

SOARES, L. A. C.. **“Quando a chuva passar”: agenda climática nas câmaras municipais e eventos climáticos extremos**. Dissertação (Mestrado em Ciência Política) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2025. Disponível em: https://teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8131/tde-13072026-183340/publico/2025_LuizAntonioCoutoSoares_VOrig.pdf.

TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. do (Orgs.). **Desastres naturais: conhecer para prevenir**. 3. ed. São Paulo: Instituto Geológico, 2015. 196 p. ISBN 978-85-87235-09-1. Disponível em: https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/233/2017/05/Conhecer_para_Prevenir_3ed_2016.pdf.

UN/ISDR. **Living with risk: a global review of disaster reduction initiatives**. Geneva: UN/ISDR, 2004. Disponível em: <https://www.undrr.org/publication/living-risk-global-review-disaster-reduction-initiatives>.

UNISDR. **UNISDR Terminology on Disaster Risk Reduction**. Geneva: UNISDR, 2009. 30 p. Disponível em: <https://www.undrr.org/publication/2009-unisdr-terminology-disaster-risk-reduction>.

VEYRET, Y.; RICHEMOND, N. M.. **Definições e vulnerabilidades do risco**. In: VEYRET, Y. (org.) Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente. Tradução Dílson Ferreira da Cruz. São Paulo: Contexto, 2007.



UNIVERSIDADE
**CATÓLICA
DE SANTOS**

Afiliado



Associação Brasileira
das Editoras Universitárias



Associação Brasileira de Editores Científicos

