XV ENCONTRO INTERNACIONAL DO CONPEDI ALICANTE - ESPANHA

DIREITO AMBIENTAL, AGRÁRIO E SOCIOAMBIETALISMO II

CAROLINA MEDEIROS BAHIA

GABRIELA SOLDANO GARCEZ

Copyright © 2026 Conselho Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Direito

Todos os direitos reservados e protegidos. Nenhuma parte destes anais poderá ser reproduzida ou transmitida sejam quais forem os meios empregados sem prévia autorização dos editores.

Diretoria – CONPEDI
Presidente - Profa. Dra. Samyra Haydêe Dal Farra Naspolini - FMU – São Paulo
Diretor Executivo - Prof. Dr. Orides Mezzaroba - UFSC – Santa Catarina
Vice-presidente Norte - Prof. Dr. Jean Carlos Dias - Cesupa – Pará
Vice-presidente Centro-Oeste - Prof. Dr. José Querino Tavares Neto - UFG – Goiás
Vice-presidente Sul - Prof. Dr. Leonel Severo Rocha - Unisinos – Rio Grande do Sul
Vice-presidente Sudeste - Profa. Dra. Rosângela Lunardelli Cavallazzi - UFRJ/PUCRio – Rio de Janeiro
Vice-presidente Nordeste - Prof. Dr. Raymundo Juliano Feitosa - UNICAP - Pernambuco

Representante Discente: Prof. Dr. Abner da Silva Jaques - UPM/UNIGRAN - Mato Grosso do Sul

Conselho Fiscal:
Prof. Dr. José Filomeno de Moraes Filho - UFMA - Maranhão
Prof. Dr. Caio Augusto Souza Lara - SKEMA/ESDHC/UFMG - Minas Gerais
Prof. Dr. Valter Moura do Carmo - UFERSA - Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Fernando Passos – UNIARA - São Paulo
Prof. Dr. Edinilson Donisete Machado - UNIVEM/UENP - São Paulo
Secretarias
Relações Institucionais:
Prof. Dra. Claudia Maria Barbosa - PUCPR - Paraná
Prof. Dr. Heron José de Santana Gordilho - UFBA - Bahia
Profa. Dra. Daniela Marques de Moraes - UNB - Distrito Federal
Comunicação:
Prof. Dr. Robison Tramontina - UNOESC - Santa Catarina
Prof. Dr. Liton Lanes Pilau Sobrinho - UPF/Univali - Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Lucas Gonçalves da Silva - UFS - Sergipe
Relações Internacionais para o Continente Americano:
Prof. Dr. Jerônimo Siqueira Tybusch - UFSM - Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Paulo Roberto Barbosa Ramos - UFMA - Maranhão
Prof. Dr. Felipe Chiarello de Souza Pinto - UPM – São Paulo
Relações Internacionais para os demais Continentes:
Profa. Dra. Gina Vidal Marcilio Pompeu - UNIFOR - Ceará
Profa. Dra. Sandra Regina Martini - UNIRITTER / UFRGS - Rio Grande do Sul
Profa. Dra. Maria Claudia da Silva Antunes de Souza - UNIVALI – Santa Catarina
Educação Jurídica
Profa. Dra. Viviane Coêlho de Séllos Knoerr - Unicuritiba - PR
Prof. Dr. Rubens Beçak - USP - SP
Profa. Dra. Livia Gaigher Bosio Campello – UFMS – MS
Eventos:
Prof. Dr. Yuri Nathan da Costa Lannes - FDF - São Paulo
Profa. Dra. Norma Sueli Padilha - UFSC - Santa Catarina
Prof. Dr. Juraci Mourão Lopes Filho - UNICHRISTUS - Ceará

Comissão Especial
Prof. Dr. João Marcelo de Lima Assafim - UFRJ - RJ
Profa. Dra. Maria Creusa De Araújo Borges - UFPB - PB
Prof. Dr. Antônio Carlos Diniz Murta - Fumec - MG
Prof. Dr. Rogério Borba - UNIFACVEST - SC

D597

Direito ambiental, agrário e socioambientalismo II[Recurso eletrônico on-line] organização CONPEDI

Coordenadores: Carolina Medeiros Bahia; Gabriela Soldano Garcez.– Florianópolis: CONPEDI, 2026.

Inclui bibliografia
ISBN: 978-65-5274-679-5
Modo de acesso: www.conpedi.org.br em publicações
Tema: Meio ambiente e sustentabilidade: perspectivas globais e locais na agenda 2030

2. Direito ambiental. 3. Socioambientalismo. XV Encontro Internacional do CONPEDI Alicante - Espanha (1: 2026: Florianópolis, Brasil).

CDU: 34



Conselho Nacional de Pesquisa
e Pós-Graduação em Direito Florianópolis
Santa Catarina – Brasil
www.conpedi.org.br

XV ENCONTRO INTERNACIONAL DO CONPEDI ALICANTE - ESPANHA

DIREITO AMBIENTAL, AGRÁRIO E SOCIOAMBIETALISMO II

Apresentação

APRESENTAÇÃO - Grupo de Trabalho “Direito Ambiental, Agrário e Socioambientalismo II”

O XV Encontro Internacional do CONPEDI ocorreu entre os dias 27, 28 e 29 de maio de 2026, na cidade de Alicante, Espanha, consolidando um espaço de reflexão e diálogo crítico sobre a ciência.

Nesse sentido, o Grupo de Trabalho denominado “Direito Ambiental, Agrário e Socioambientalismo II” abriu espaço para apresentação (e posterior publicação) de artigos de pesquisadores (docentes e discentes) espalhados por várias regiões do Brasil e de outros países, representando um significativo fortalecimento do debate das questões e dos e dos desafios atuais socioambientais.

Foram 16 pesquisas apresentadas que abordaram relevantes temáticas, representando a qualidade e profundidade das respectivas pesquisas.

O 1º trabalho, intitulado “O ACORDO DE ESCAZÚ E OS DESAFIOS DA PROTEÇÃO DE DEFENSORES DE DIREITOS HUMANOS AMBIENTAIS NO VALE DO JAVARI DIANTE DO GARIMPO ILEGAL”, de Cássio André Borges dos Santos, Brainer Rian de Souza Arevalo, Katrine Castro Sarmento, analisou de forma específica a aplicação dos princípios contidos no Acordo de Escazú para o caso concreto do Vale do Rio Javari, considerando as particularidades da região no que se refere a presença do garimpo.

O 2º trabalho, com o título de “DA DESIGUALDADE CLIMÁTICA À GARANTIA DE PROTEÇÃO: DESAFIOS JURÍDICOS, SOCIAIS E ÉTICOS PARA A SOBREVIVÊNCIA DA HUMANIDADE”, elaborado por Valéria Giumelli Canestrini, Denise S. S. Garcia, analisou a desigualdade climática, e os desafios jurídicos e estruturais da distribuição social dos riscos em face dos mais vulneráveis.

Já o 3º trabalho, intitulado “A TRANSIÇÃO ENERGÉTICA E A DESCARBONIZAÇÃO DA MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA: O HIDROGÊNIO VERDE À LUZ DO DIREITO CONSTITUCIONAL ECOLÓGICO”, de Andreza Maria Nascimento De Mattos,

Fabricio Vasconcelos de Oliveira, Jimmy Souza Do Carmo, abordou a imprescindibilidade da transição energética para a construção de um modelo de desenvolvimento sustentável.

Na sequência, o 4º trabalho, com o título: "ACORDO DE PARIS E A PARTICIPAÇÃO DAS ONGS ENQUANTO NON-PARTY STAKEHOLDERS: APONTAMENTOS À LUZ DA SOCIOLOGIA COSMOPOLITA DE ULRICH BECK E DA TEORIA DO MULTILATERALISMO HÍBRIDO", de Guilherme Edson Merege de Mello Cruz Pinto, Norma Sueli Padilha, qualificou a participação das ONGS conforme o Acordo de Paris, num cenário de Sociedade de Risco.

O 5º trabalho sobre: "A TECNOLOGIA ASEC COMO INSTRUMENTO DE EFETIVAÇÃO DO ZERO LIQUID DISCHARGE (ZLD): ANÁLISE À LUZ DO GREEN DEAL EUROPEU E DA AGENDA 2030", de Idel Profeta Ribeiro, abordou a inovadora tecnologia de Evaporação Sônica Adiabática e Cristalização (ASEC).

O 6º trabalho com o título "A PROTEÇÃO JURÍDICA DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NA AMAZÔNIA: DESAFIOS REGULATÓRIOS E A GOVERNANÇA DO SISTEMA AQUÍFERO GRANDE AMAZÔNIA", de Verônica Maria Félix Da Silva, Rejane da S. Viana, abordou a importância da proteção do Sistema Aquífero Grande Amazônia (SAGA), através de um sistema de governança.

Já o 7º trabalho, sobre: "A METAMORFOSE DA SOBERANIA AMBIENTAL: A LEX SPORTIVA COMO VETOR DE GOVERNANÇA CLIMÁTICA TRANSNACIONAL E A EXPERIÊNCIA DO GRANDE PRÊMIO DE SÃO PAULO", de Abner Batista David, Patricia Ayub da Costa, Kallyanne Yukaren Okada, utilizou da Fórmula 1 e do Grande Prêmio de São Paulo (2024–2025) como estudo de caso para avaliar a eficácia da Regulação Privada Transnacional (TPR) na mitigação das mudanças climáticas.

Na sequência, o 8º trabalho, com o título "A DISTRIBUIÇÃO DE COMPETÊNCIAS AMBIENTAIS E A DESCENTRALIZAÇÃO DO PODER POLÍTICO: ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE OS MODELOS CONSTITUCIONAIS DO BRASIL E DA ESPANHA", de Marcos Fey Probst, Alice Francisco da Cruz, comparou a distribuição de competências ambientais nos sistemas constitucionais do Brasil e da Espanha.

O 9º trabalho sobre "O ESTADO DE COISAS INCONSTITUCIONAL EM MATÉRIA AMBIENTAL NA JURISDIÇÃO CONSTITUCIONAL BRASILEIRA", de Gerson Luiz Martins Dos Santos, Cássio André Borges dos Santos, buscou estudar o instituto do estado de coisas inconstitucional, conectando-o com a disciplina ambiental.

Já o 10º trabalho, sobre o tema: “TERRITÓRIOS SEGUROS E MOBILIDADE HUMANA EM TEMPOS DE EMERGÊNCIA CLIMÁTICA: REFLEXÕES A PARTIR DO REENVIO PREJUDICIAL DO TRIBUNAL DE BOLONHA À UNIÃO EUROPEIA”, de Sabrina Lehnen Stoll, Rogerio Borba, demonstrou como o deslocamento humano em virtude das mudanças climáticas é, atualmente, um dos principais desafios globais.

O 11º trabalho, com o título: “BIG TECHS E ESG: A RESPONSABILIDADE JURÍDICA DIANTE DOS RISCOS DE GREENWASHING EM MATÉRIA AMBIENTAL”, de Rogerio Borba, Eduarda Lopes Bolela, procura analisar a necessidade de uma nova estrutura de responsabilidade para as Big Techs, diante da insuficiência ambiental do marco regulatório atual.

Na sequência, o 12º trabalho, “ALÉM DA DEMOCRACIA REPRESENTATIVA: O PAPEL DA GOVERNANÇA DELIBERATIVA PARA A CONCRETIZAÇÃO DOS OBJETIVOS DA AGENDA 2030”, de Marcos Felipe de Assis Ribeiro, Gabriela Soldano Garcez, Angela Limongi Alvarenga Alves, buscou analisar a importância da democracia deliberativa para alcançar os marcos da Agenda 2030.

O 13º trabalho, “AS EXTERNALIDADES AMBIENTAIS GERADAS PELOS ALIMENTOS TRANSGÊNICOS”, de Valmir César Pozzetti, Marie Joan Nascimento Ferreira, José Alcides Queiroz Lima, analisa as mazelas dos alimentos transgênicos nas mais diversas espécies de meio ambiente.

Já o 14º trabalho, com o título “DRAGAGEM DE HIDROVIAS NA AMAZÔNIA À LUZ DO PRINCÍPIO DA PRECAUÇÃO NO CASO DO RIO TAPAJÓS”, de Alcemir Filomeno Pinto, Anne Vitória Santiago Morais do Nascimento, Marie Joan Nascimento Ferreira, analisou o papel do licenciamento como instrumento de efetivação da precaução ambiental, conectando-a a temática com as atividades de dragagem no rio Tapajós.

O 15º trabalho, sobre “A INVISIBILIDADE DA AMAZÔNIA URBANA E A GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM MANAUS NO CONSTITUCIONALISMO AMBIENTAL BRASILEIRO”, de Darcilene Davies Lopes Dourado, Alcemir Filomeno Pinto, Glaucia Maria de Araújo Ribeiro, interpretou os desafios da proteção constitucional brasileira para a realidade ambiental urbana amazônica.

Por fim, o 16º trabalho, “A ATUALIDADE DA JUSTIÇA CLIMÁTICA NO BRASIL: ENTRE VULNERABILIDADE URBANA, RACISMO CLIMÁTICO E INSUFICIÊNCIA REGULATÓRIA”, de Maria Fernanda Leal Maymone, Angela Limongi Alvarenga Alves,

Maria Érica Batista dos Santos, avaliou a efetividade das políticas públicas ambientais brasileiras à luz da justiça climática.

Assim, de forma crítica, todos os trabalhos deste Grupo evidenciam a importância da temática ambiental no Brasil e no mundo, demonstrando o papel estratégico da sustentabilidade na busca por justiça socioambiental para as presentes e futuras gerações.

Desejamos a todas e todos uma excelente leitura!

Junho/2026

Coordenadoras:

• Profª drª Carolina Medeiros Bahia - Universidade Federal de Santa Catarina

• Profª drª Gabriela Soldano Garcez - Universidade Católica de Santos - UNISANTOS

A TRANSIÇÃO ENERGÉTICA E A DESCARBONIZAÇÃO DA MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA: O HIDROGÊNIO VERDE À LUZ DO DIREITO CONSTITUCIONAL ECOLÓGICO

THE ENERGY TRANSITION AND DECARBONIZATION OF THE BRAZILIAN ENERGY MATRIX: GREEN HYDROGEN IN LIGHT OF ECOLOGICAL CONSTITUTIONAL LAW

Andreza Maria Nascimento De Mattos [1]
Fabricio Vasconcelos de Oliveira [2]
Jimmy Souza Do Carmo [3]

Resumo

A intensificação das mudanças climáticas e a necessidade de redução das emissões de gases de efeito estufa têm provocado profundas transformações nas agendas políticas, econômicas e jurídicas contemporâneas. Nesse contexto, a transição energética surge como elemento central na construção de modelos de desenvolvimento compatíveis com a sustentabilidade ambiental. O presente artigo analisa o papel do hidrogênio verde no processo de descarbonização da matriz energética brasileira, considerando o marco regulatório do setor elétrico nacional e a recente promulgação da Lei nº 14.948/2024. A pesquisa examina ainda os fundamentos do direito constitucional ecológico como suporte normativo para a implementação de políticas públicas voltadas à sustentabilidade energética. Metodologicamente, trata-se de pesquisa de abordagem qualitativa, desenvolvida por meio do método hipotético-dedutivo e baseada em revisão bibliográfica e documental. Os resultados indicam que o hidrogênio verde apresenta elevado potencial estratégico para a matriz energética brasileira, especialmente em razão da abundância de fontes renováveis no país e da necessidade de redução das emissões de carbono em setores industriais intensivos em energia. Conclui-se que a consolidação dessa tecnologia depende da articulação entre regulação estatal eficiente, investimentos em inovação tecnológica e políticas públicas orientadas à governança ambiental e à transição energética.

Palavras-chave: Transição energética, Hidrogênio verde, Direito constitucional ecológico, Descarbonização, Governança ambiental

---

[1] Conselheira Seccional OAB/PA, Advogada, Mestre em Direitos Fundamentais, Professora Universitária, Membro do grupo de Pesquisa ' Constituições, Estruturalismo e novos Direitos, " .

[2] Doutor em Direito pela Universidade Federal do Pará. Professor associado II da Universidade Federal do Pará e professor titular da Unama, Procurador Fundacional/Autárquico do Estado do Pará.

[3] Mestre em Direitos Fundamentais, Professor Universitário, LLM - Direito Empresarial na Fordhan University - New York. Especialista em Direito Tributário pela Universidade Anhanguera - SP,

Abstract/Resumen/Résumé

The intensification of climate change and the growing need to reduce greenhouse gas emissions have generated significant transformations in contemporary political, economic, and legal agendas. In this context, the energy transition emerges as a central element in the construction of development models compatible with environmental sustainability. This article analyzes the role of green hydrogen in the decarbonization process of the Brazilian energy matrix, considering the regulatory framework of the national electricity sector and the recent enactment of Law No. 14,948/2024. The study also examines the theoretical foundations of ecological constitutional law as a normative basis for the implementation of public policies aimed at sustainable energy governance. Methodologically, the research adopts a qualitative approach based on the hypothetical-deductive method, supported by bibliographical and documentary review. The findings indicate that green hydrogen presents significant strategic potential for the Brazilian energy matrix, particularly due to the country' s abundance of renewable energy sources and the need to reduce carbon emissions in energy-intensive industrial sectors. It is concluded that the consolidation of this technology depends on the articulation between effective state regulation, technological innovation, and public policies oriented toward environmental governance and energy transition

Keywords/Palabras-claves/Mots-clés: Energy transition, Green hydrogen, Ecological constitutional law, Decarbonization, Environmental governance

1 INTRODUÇÃO

‘ A crise climática constitui um dos maiores desafios civilizatórios do século XXI, impondo profundas transformações nos modelos econômicos, energéticos e institucionais que sustentam as sociedades contemporâneas. O aumento progressivo das emissões de gases de efeito estufa, decorrente sobretudo da utilização intensiva de combustíveis fósseis ao longo do processo de industrialização global, provocou alterações significativas nos sistemas climáticos do planeta, produzindo impactos ambientais, sociais e econômicos de grande magnitude. Fenômenos como o aumento da temperatura média global, a intensificação de eventos climáticos extremos, a perda acelerada da biodiversidade e a elevação do nível do mar evidenciam que a crise ambiental contemporânea ultrapassa a esfera estritamente ecológica, constituindo também uma crise jurídica, política e institucional.

Nesse contexto, a comunidade internacional passou a reconhecer a necessidade de promover transformações estruturais nas formas de produção e consumo de energia, consolidando a transição energética como um dos pilares fundamentais das estratégias globais de mitigação das mudanças climáticas. A substituição progressiva das matrizes energéticas baseadas em combustíveis fósseis por fontes renováveis tornou-se elemento central das agendas internacionais de sustentabilidade, especialmente a partir da consolidação de instrumentos multilaterais voltados à governança climática, como a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima e o Acordo de Paris. Esses instrumentos estabeleceram compromissos globais voltados à redução das emissões de carbono, incentivando os Estados a desenvolver políticas públicas capazes de promover a descarbonização de suas economias e a expansão de tecnologias energéticas sustentáveis.

Desse movimento, surge o chamado constitucionalismo ambiental, que representa uma das mais importantes evoluções do constitucionalismo contemporâneo. A incorporação da proteção ambiental às constituições nacionais reflete a compreensão de que a preservação dos recursos naturais constitui condição indispensável para a manutenção da vida humana e para a continuidade das atividades econômicas. Assim, o meio ambiente passa a ser reconhecido não apenas como bem jurídico coletivo, mas como verdadeiro direito fundamental, cuja proteção se insere no núcleo estruturante do Estado Democrático de Direito.

No caso brasileiro, a Constituição Federal de 1988 representa marco paradigmático nesse processo de constitucionalização da proteção ambiental. Ao estabelecer, em seu artigo 225, que todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, a Constituição brasileira inaugura um modelo jurídico inovador de tutela ambiental, reconhecendo o meio ambiente como bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida. Além disso, atribui ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações, incorporando ao sistema jurídico brasileiro a lógica da responsabilidade intergeracional na gestão dos recursos naturais.

Essa previsão constitucional revela que a proteção ambiental assume natureza de direito fundamental de dimensão complexa, possuindo simultaneamente caráter subjetivo e objetivo. De um lado, confere aos indivíduos e à coletividade a possibilidade de exigir judicialmente a preservação do meio ambiente e a reparação de danos ambientais. De outro, estabelece deveres positivos de proteção ao Estado, impondo a implementação de políticas públicas capazes de assegurar padrões adequados de qualidade ambiental. Nesse sentido, a tutela ambiental deixa de ser compreendida apenas como atividade administrativa e passa a integrar o sistema de direitos fundamentais, orientando a interpretação de todo o ordenamento jurídico.

A partir dessa perspectiva, consolida-se na doutrina jurídica a noção de direito constitucional ecológico, campo teórico que busca compreender as implicações constitucionais da proteção ambiental e os instrumentos jurídicos destinados à concretização do direito fundamental ao meio ambiente equilibrado. O direito constitucional ecológico parte da premissa de que a Constituição não apenas reconhece direitos ambientais, mas também estabelece princípios estruturantes capazes de orientar políticas públicas voltadas ao desenvolvimento sustentável, à proteção dos recursos naturais e à mitigação das mudanças climáticas.

Nesse cenário, a transição energética emerge como instrumento fundamental para a concretização dos objetivos do constitucionalismo ambiental. A reorganização das matrizes energéticas, com a substituição progressiva de combustíveis fósseis por fontes renováveis, representa uma das principais estratégias para reduzir as emissões de carbono e promover modelos de desenvolvimento compatíveis com os limites ecológicos do planeta. Assim, a transição energética pode ser compreendida não apenas como transformação tecnológica ou econômica, mas também como processo jurídico e institucional orientado pelos princípios constitucionais de proteção ambiental e desenvolvimento sustentável.

Entre as diversas tecnologias associadas à descarbonização da economia, o hidrogênio verde tem se destacado como um dos vetores energéticos mais promissores para a transição energética global. Produzido a partir da eletrólise da água utilizando eletricidade proveniente de fontes renováveis, o hidrogênio verde apresenta a vantagem de não gerar emissões diretas de carbono durante seu processo de produção. Além disso, possui elevada versatilidade energética, podendo ser utilizado em diversos setores da economia, especialmente em atividades industriais de difícil eletrificação, como a siderurgia, o transporte marítimo e a indústria química.

O desenvolvimento dessa tecnologia tem despertado crescente interesse por parte de governos e instituições internacionais, que reconhecem no hidrogênio verde um instrumento estratégico para a construção de sistemas energéticos de baixo carbono. Diversos países passaram a investir em programas nacionais de hidrogênio, buscando consolidar cadeias produtivas capazes de viabilizar a produção, o armazenamento e a distribuição desse vetor energético em escala industrial.

No caso brasileiro, o potencial de desenvolvimento do hidrogênio verde é particularmente relevante em razão das condições naturais favoráveis à geração de energia renovável. A abundância de recursos solares, eólicos e hídricos coloca o país em posição privilegiada no cenário internacional de produção de hidrogênio de baixo carbono, possibilitando não apenas a redução das emissões domésticas, mas também a inserção do Brasil nas novas cadeias globais de exportação de energia limpa. Nesse contexto, o desenvolvimento de políticas públicas voltadas à promoção do hidrogênio verde pode contribuir significativamente para a consolidação da transição energética brasileira e para o fortalecimento da economia de baixo carbono.

Diante dessas premissas, coloca-se a seguinte problemática de pesquisa: em que medida o desenvolvimento do hidrogênio verde pode contribuir para a consolidação da transição energética brasileira à luz do direito constitucional ecológico?

A partir dessa questão, o presente artigo tem como objetivo analisar os fundamentos jurídicos da transição energética no sistema constitucional brasileiro, bem como examinar o papel do hidrogênio verde como instrumento de descarbonização da matriz energética e de efetivação do direito fundamental ao meio ambiente ecologicamente equilibrado.

Para alcançar esse objetivo, utiliza-se método de abordagem dedutivo, com procedimento de pesquisa bibliográfica e análise normativa. A investigação fundamenta-se na análise de

literatura especializada em direito constitucional ambiental, governança climática e políticas públicas de transição energética, bem como na interpretação de dispositivos constitucionais e instrumentos normativos relacionados ao desenvolvimento de tecnologias energéticas sustentáveis.

O artigo estrutura-se inicialmente, a partir da evolução histórica do sistema elétrico brasileiro, posteriormente, examinam-se os fundamentos do direito constitucional ecológico enquanto direito fundamental e a transição energética no Brasil. Em seguida, analisa-se a descarbonização sob a ótica do ODS 13, o hidrogênio verde e a transição energética. E ainda, discute-se o direito constitucional ecológico e a proteção do meio ambiente Por fim, apresentam-se as considerações finais, nas quais se sintetizam os principais resultados da pesquisa e se destacam as implicações jurídicas da transição energética no contexto do constitucionalismo ambiental.

2 EVOLUÇÃO HISTÓRICA DO SISTEMA ELÉTRICO BRASILEIRO

A compreensão do papel do hidrogênio verde no processo de transição energética brasileira exige a análise da evolução institucional do setor elétrico nacional. O sistema elétrico brasileiro apresenta estrutura complexa composta pelos segmentos de geração, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica, cada um deles regulado por normas jurídicas específicas destinadas a garantir a eficiência econômica e a continuidade do serviço público.

A Constituição Federal de 1988 estabeleceu as bases jurídicas para a organização desse sistema ao prever, em seu artigo 175, que a prestação de serviços públicos poderá ser realizada diretamente pelo Estado ou mediante concessão ou permissão à iniciativa privada. Essa previsão abriu espaço para a participação de agentes privados na prestação de serviços de infraestrutura energética, contribuindo para a expansão do setor elétrico brasileiro.

A partir da década de 1990, o setor elétrico passou por importante processo de reestruturação institucional. Nesse período foram criadas diversas instituições responsáveis pela regulação e coordenação do sistema energético nacional. Entre elas destaca-se a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), criada com o objetivo de regular e fiscalizar as atividades de geração, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica.

A criação da ANEEL representou avanço significativo na governança do setor elétrico, pois introduziu mecanismos regulatórios destinados a garantir maior transparência e segurança jurídica nas relações entre o Estado, os agentes econômicos e os consumidores. A agência passou a desempenhar papel central na definição da estrutura tarifária e na supervisão das concessionárias responsáveis pela prestação do serviço público de energia elétrica.

Outra instituição fundamental para o funcionamento do sistema elétrico brasileiro é o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), responsável pela coordenação da operação das instalações de geração e transmissão integrantes do Sistema Interligado Nacional. O ONS desempenha papel estratégico na garantia da estabilidade do sistema elétrico, assegurando o equilíbrio entre oferta e demanda de energia em todo o território nacional.

Paralelamente, foi criada a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE), responsável pela gestão dos contratos de compra e venda de energia no mercado brasileiro. A CCEE administra tanto o ambiente de contratação regulada quanto o ambiente de contratação livre, permitindo que agentes econômicos negociem energia elétrica de acordo com suas necessidades e estratégias de mercado.

Essas transformações institucionais contribuíram para a consolidação de um sistema elétrico relativamente diversificado e resiliente. A matriz energética brasileira apresenta elevada participação de fontes renováveis, especialmente geração hidrelétrica, o que confere ao país posição privilegiada no cenário internacional de transição energética. Para tanto, a seguir verifica-se, como o constitucionalismo contemporâneo contribui para o avanço da transição energética no Brasil.

3 DIREITO CONSTITUCIONAL ECOLÓGICO ENQUANTO DIREITO FUNDAMENTAL E A TRANSIÇÃO ENERGÉTICA NO BRASIL

A discussão contemporânea acerca da transição energética não pode ser compreendida apenas a partir de uma perspectiva tecnológica ou econômica. Trata-se, na realidade, de um fenômeno jurídico e político que se insere no âmbito mais amplo do constitucionalismo contemporâneo, especialmente no que se refere à proteção dos direitos fundamentais.

Sendo assim, como afirma Canotilho, “A Constituição contemporânea deixou de ser apenas um estatuto de organização do poder para assumir a função de ordem jurídica fundamental da comunidade política” (CANOTILHO, 2003, p. 121). A emergência de desafios ambientais globais,

como as mudanças climáticas, a perda da biodiversidade e a degradação acelerada dos ecossistemas, exigiu que os sistemas constitucionais incorporassem novos parâmetros normativos capazes de orientar a atuação estatal e limitar práticas econômicas potencialmente lesivas ao meio ambiente.

Nesse contexto, o constitucionalismo contemporâneo passou a reconhecer a proteção ambiental como elemento estruturante da ordem jurídica. Diferentemente do modelo liberal clássico, no qual a Constituição desempenhava essencialmente função organizatória do poder político, as constituições modernas passaram a incorporar valores substantivos voltados à proteção da dignidade da pessoa humana e à promoção do desenvolvimento sustentável. Dessa forma, como afirma Barroso "O constitucionalismo contemporâneo caracteriza-se pela centralidade da Constituição e pela expansão dos direitos fundamentais como parâmetros estruturantes da atuação estatal" (BARROSO, 2019, p. 82). Assim, a tutela ambiental deixou de ser apenas uma política pública eventual para assumir a condição de direito fundamental.

Sendo assim, a compreensão do direito constitucional ecológico exige, inicialmente, uma reflexão mais ampla sobre o próprio conceito de constitucionalismo. do Estado, mas sobretudo como mecanismo de proteção de direitos fundamentais que garantem a igualdade política e a liberdade individual dentro de uma comunidade democrática.

A evolução do constitucionalismo após a Segunda Guerra Mundial contribuiu decisivamente para essa transformação paradigmática. Nesse momento a Constituição deixa de ser um documento meramente político e passa a exercer função normativa efetiva, capaz de incidir diretamente sobre a realidade social e orientar a atuação dos poderes públicos.

Surge então, a centralidade dos direitos fundamentais, esse novo paradigma jurídico permitiu que diversos valores sociais fossem incorporados ao texto constitucional, entre eles a proteção do meio ambiente. Sendo assim, como afirmam Sarlet e Fensterseifer:

> A proteção do meio ambiente, no contexto do Estado Constitucional contemporâneo, assume a condição de direito fundamental de terceira dimensão, impondo ao Estado não apenas deveres de abstenção, mas também deveres positivos de proteção e promoção de condições ambientais adequadas à vida digna (SARLET; FENSTERSEIFER, 2022, p. 72).

No caso brasileiro, a Constituição Federal de 1988 representa marco importante nesse processo ao reconhecer expressamente o meio ambiente ecologicamente equilibrado como direito

fundamental de todos, conforme estabelece o artigo 225. Esse dispositivo constitucional atribui ao Estado e à coletividade o dever de defender e preservar o meio ambiente para as presentes e futuras gerações. De forma convergente, Piovesan “Sustenta que os direitos fundamentais representam instrumentos jurídicos essenciais para a proteção da dignidade humana e para a limitação do poder estatal “(PIOVESAN, 2013, p. 45).

Dessa forma, a constitucionalização da proteção ambiental inaugura, assim, um novo paradigma jurídico que passou a ser denominado por parte da doutrina como direito constitucional ecológico. Esse campo teórico busca compreender de que forma a proteção ambiental se insere no sistema de direitos fundamentais e quais são as consequências dessa incorporação para a organização do Estado e para a formulação de políticas públicas.

Entre os principais autores que contribuíram para o desenvolvimento dessa perspectiva destacam-se Sarlet e Fensterseifer:

> O direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado deve ser compreendido como direito fundamental dotado de dupla dimensão, apresentando simultaneamente caráter subjetivo e objetivo, permitindo tanto a exigibilidade judicial de sua proteção quanto a imposição de deveres positivos de proteção ao Estado (SARLET; FENSTERSEIFER, 2022, p. 63-65).

Essa dupla dimensão confere ao direito ambiental uma importância singular no sistema constitucional contemporâneo. Ao mesmo tempo em que protege interesses individuais e coletivos, o direito ao meio ambiente equilibrado também orienta a atuação dos poderes públicos e condiciona a formulação de políticas econômicas e energéticas. Nesse sentido, a proteção ambiental deixa de ser apenas uma preocupação administrativa e passa a constituir verdadeiro dever jurídico imposto ao Estado.

Outro aspecto central da teoria de Sarlet refere-se à relação entre meio ambiente e dignidade da pessoa humana. A degradação ambiental compromete diretamente condições básicas de existência, afetando direitos fundamentais como saúde, vida e bem-estar. Dessa forma, a proteção ambiental passa a ser compreendida como condição indispensável para a realização da dignidade humana, reforçando seu caráter de direito fundamental.

Além disso, o direito constitucional ecológico incorpora a ideia de solidariedade intergeracional**,** segundo a qual as gerações presentes possuem o dever de preservar os recursos naturais e o equilíbrio ambiental para as gerações futuras. Esse princípio amplia a dimensão

temporal dos direitos fundamentais e reforça a responsabilidade coletiva pela preservação do patrimônio ambiental.

A partir dessa perspectiva, torna-se possível compreender a transição energética como instrumento fundamental para a concretização do direito constitucional ecológico. A substituição progressiva de matrizes energéticas intensivas em carbono por fontes renováveis constitui medida indispensável para reduzir os impactos ambientais da atividade econômica e garantir a sustentabilidade do desenvolvimento.

Nesse cenário, o hidrogênio verde surge como tecnologia estratégica capaz de contribuir para a descarbonização da economia e para a efetivação do direito fundamental ao meio ambiente equilibrado. Sua utilização no sistema energético brasileiro pode representar avanço significativo na construção de um modelo de desenvolvimento compatível com os princípios do constitucionalismo ambiental, como será tratado a seguir.

4 A DESCARBONIZAÇÃO SOB A ÓTICA DO ODS 13, O HIDROGÊNIO VERDE E A TRANSIÇÃO ENERGÉTICA

A intensificação da crise climática global transformou a descarbonização da economia em uma das principais prioridades da agenda internacional. Nas últimas décadas, o aumento da concentração de gases de efeito estufa na atmosfera tem provocado alterações significativas nos padrões climáticos, resultando em fenômenos como elevação da temperatura média global, eventos climáticos extremos e perda acelerada de biodiversidade. Esses impactos não se limitam ao campo ambiental, produzindo também consequências econômicas, sociais e políticas que afetam diretamente a estabilidade das sociedades contemporâneas.

Diante desse cenário, a comunidade internacional passou a desenvolver instrumentos multilaterais destinados a enfrentar os desafios decorrentes das mudanças climáticas. Entre essas iniciativas destaca-se a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, adotada pela Organização das Nações Unidas em 2015. Essa agenda estabelece um conjunto de objetivos destinados a promover o desenvolvimento sustentável em suas dimensões econômica, social e ambiental.

Entre os dezessete Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, o ODS 13 assume papel central ao tratar especificamente da necessidade de adoção de medidas urgentes para combater as mudanças climáticas e seus impactos. Esse objetivo reconhece que a mitigação das emissões de

gases de efeito estufa constitui requisito fundamental para a preservação do equilíbrio climático e para a garantia da sustentabilidade das atividades econômicas.

No contexto da Agenda 2030, a transição energética emerge como uma das principais estratégias para alcançar as metas estabelecidas pelo ODS 13. A substituição progressiva de combustíveis fósseis por fontes de energia renováveis representa medida essencial para reduzir as emissões de carbono e promover sistemas energéticos mais sustentáveis.

Nesse processo de transformação energética, diversas tecnologias têm sido desenvolvidas com o objetivo de viabilizar a produção de energia limpa em larga escala, entre essas tecnologias, o hidrogênio verde vem ganhando destaque como uma das alternativas mais promissoras para a descarbonização da economia global.

O hidrogênio verde consiste em um combustível obtido por meio da eletrólise da água utilizando eletricidade proveniente de fontes renováveis, como energia solar, eólica ou hidráulica. Esse processo permite separar as moléculas de hidrogênio e oxigênio presentes na água sem gerar emissões significativas de carbono. Como resultado, o hidrogênio produzido pode ser utilizado como vetor energético limpo em diversos setores da economia.

Uma das principais vantagens do hidrogênio verde é sua versatilidade. Diferentemente de outras fontes renováveis, que dependem de condições climáticas específicas, o hidrogênio pode ser armazenado e transportado com relativa facilidade, permitindo sua utilização em diferentes contextos industriais e energéticos. Essa característica torna o hidrogênio uma alternativa particularmente relevante para setores de difícil descarbonização, como siderurgia, transporte pesado e indústria química.

No Brasil, o potencial de desenvolvimento do hidrogênio verde é especialmente significativo. O país possui ampla disponibilidade de recursos naturais favoráveis à geração de energia renovável, incluindo elevado potencial eólico e solar, especialmente nas regiões Nordeste e Centro-Oeste. Essa vantagem comparativa coloca o Brasil em posição estratégica no cenário internacional de produção de hidrogênio verde.

Além disso, iniciativas recentes indicam crescente interesse do setor público e privado no desenvolvimento dessa tecnologia. Projetos voltados à produção de hidrogênio verde vêm sendo implementados em diversos estados brasileiros, especialmente em regiões portuárias que possuem infraestrutura adequada para exportação de energia.

Nesse contexto, a aprovação da Lei nº 14.948/2024 representa marco regulatório relevante para o desenvolvimento do hidrogênio de baixa emissão de carbono no Brasil. A legislação estabelece diretrizes para a promoção da cadeia produtiva do hidrogênio e cria instrumentos destinados a incentivar investimentos em tecnologias limpas.

A consolidação do hidrogênio verde como vetor energético estratégico depende, entretanto, da articulação entre políticas públicas, inovação tecnológica e regulação estatal eficiente. A experiência internacional demonstra que a transição energética exige planejamento de longo prazo, investimentos significativos em infraestrutura e mecanismos regulatórios capazes de estimular a participação do setor privado.

Dessa forma, a incorporação do hidrogênio verde à matriz energética brasileira pode contribuir significativamente para a redução das emissões de carbono e para a construção de um modelo energético mais sustentável. Ao mesmo tempo, essa transformação energética representa oportunidade estratégica para o desenvolvimento econômico do país, especialmente no contexto da crescente demanda global por fontes de energia limpa, preservando o meio ambiente à luz do direito constitucional ecológico, que será tratado abaixo.

5 DIREITO CONSTITUCIONAL ECOLÓGICO E A PROTEÇÃO DO MEIO AMBIENTE

A proteção do meio ambiente passou a ocupar posição central no constitucionalismo contemporâneo em razão dos desafios ecológicos que emergiram nas últimas décadas. A intensificação das mudanças climáticas, a perda acelerada da biodiversidade e a crescente exploração dos recursos naturais evidenciaram que a preservação ambiental deixou de ser apenas uma preocupação administrativa ou política para se tornar um problema jurídico de primeira grandeza. Nesse contexto, os sistemas constitucionais passaram a incorporar, de forma progressiva, a tutela ambiental como elemento estruturante da ordem jurídica, reconhecendo o meio ambiente como valor fundamental para a organização do Estado e para a garantia da dignidade da pessoa humana.

Esse movimento resultou no desenvolvimento do denominado direito constitucional ecológico, expressão utilizada pela doutrina para designar o conjunto de princípios e normas constitucionais que asseguram a proteção do meio ambiente como direito fundamental. Dessa forma, no campo do direito constitucional ambiental, Sarlet e Fensterseifer afirmam que “O direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado possui natureza de direito fundamental,

integrando o núcleo axiológico do Estado Democrático de Direito". (SARLET;FENSTERSEIFER, 2022, p. 67).

Tal perspectiva insere a tutela ambiental no núcleo do constitucionalismo contemporâneo, estabelecendo limites jurídicos à atuação do poder público e à exploração econômica dos recursos naturais. A emergência do direito constitucional ecológico está diretamente relacionada à evolução do constitucionalismo moderno.

Conforme destaca Canotilho, "O constitucionalismo representa um movimento histórico destinado a limitar o poder político e a assegurar direitos fundamentais, erigindo a Constituição como fundamento normativo da organização política e jurídica da sociedade" (CANOTILHO,2003, p. 51).

No contexto contemporâneo, essa ampliação do conteúdo material das constituições reflete a necessidade de enfrentar desafios sociais complexos, entre os quais se destaca a crise ambiental global. A partir da segunda metade do século XX, especialmente após a Conferência de Estocolmo de 1972, consolidou-se a compreensão de que a proteção ambiental constitui condição indispensável para a manutenção da vida humana e para a continuidade das atividades econômicas. Como resultado, diversas constituições passaram a reconhecer expressamente o meio ambiente como bem jurídico fundamental.

No Brasil, a Constituição Federal de 1988 representa marco paradigmático nesse processo de constitucionalização da proteção ambiental. O artigo 225 da Constituição estabelece que todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, qualificando-o como bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida. Além disso, atribui ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

Essa previsão constitucional revela que o meio ambiente equilibrado passou a ser reconhecido como direito fundamental de natureza difusa, dotado de eficácia jurídica imediata e aplicabilidade direta. Diferentemente de modelos jurídicos anteriores, nos quais a proteção ambiental era tratada apenas como diretriz administrativa, a Constituição de 1988 conferiu à tutela ambiental posição de destaque no sistema de direitos fundamentais.

Nesse sentido, a proteção ambiental assume dupla dimensão no ordenamento jurídico brasileiro. Por um lado, constitui direito subjetivo da coletividade, permitindo que indivíduos e grupos sociais

reivindiquem judicialmente a preservação do meio ambiente. Por outro, apresenta dimensão objetiva, funcionando como princípio estruturante que orienta a atuação do Estado e a interpretação de todo o ordenamento jurídico.

Essa compreensão encontra respaldo na teoria dos direitos fundamentais desenvolvida por Ingo Wolfgang Sarlet. Para o autor, os direitos fundamentais não se limitam a posições jurídicas individuais, mas também desempenham função estruturante no sistema constitucional. Assim, além de protegerem interesses individuais e coletivos, os direitos fundamentais estabelecem diretrizes normativas que orientam a atuação do Estado e condicionam a produção normativa.

Aplicada ao campo ambiental, essa concepção permite compreender que o direito ao meio ambiente equilibrado possui natureza complexa. De um lado, garante aos indivíduos e à coletividade a possibilidade de exigir judicialmente a proteção ambiental. De outro, impõe ao Estado deveres positivos de proteção, exigindo a implementação de políticas públicas voltadas à preservação dos recursos naturais e à promoção do desenvolvimento sustentável.

Outro aspecto fundamental da teoria do direito constitucional ecológico refere-se à relação entre meio ambiente e dignidade da pessoa humana. A dignidade da pessoa humana constitui fundamento axiológico do Estado Democrático de Direito e representa núcleo estruturante do sistema constitucional brasileiro

Sendo assim, a degradação ambiental compromete diretamente direitos fundamentais básicos, como o direito à saúde, à vida e ao bem-estar social. Dessa forma, a proteção do meio ambiente não pode ser compreendida apenas como interesse coletivo abstrato, mas como requisito essencial para a concretização da dignidade humana. Nesse sentido, a tutela ambiental integra o núcleo essencial dos direitos fundamentais e assume papel central na estrutura do constitucionalismo contemporâneo.

Além disso, o direito constitucional ecológico incorpora o princípio da solidariedade intergeracional, segundo o qual as gerações presentes possuem o dever de preservar os recursos naturais e o equilíbrio ambiental para as gerações futuras. Esse princípio amplia a dimensão temporal dos direitos fundamentais e reforça a responsabilidade coletiva pela preservação do patrimônio ambiental.

A solidariedade intergeracional revela que o direito ao meio ambiente equilibrado não pertence apenas à geração atual, mas também às gerações futuras. Assim, a exploração dos

recursos naturais deve ocorrer de forma responsável e sustentável, garantindo que as futuras gerações possam usufruir de condições ambientais adequadas para o desenvolvimento da vida humana.

Outro conceito relevante desenvolvido pela doutrina constitucional ambiental é o denominado mínimo existencial ecológico. Inspirado na teoria do mínimo existencial dos direitos sociais, esse conceito sustenta que o Estado possui o dever de garantir padrões mínimos de qualidade ambiental indispensáveis para a vida digna. Isso implica a obrigação de prevenir danos ambientais graves e assegurar condições ambientais adequadas para a saúde e o bem-estar da população.

Também merece destaque o princípio da proibição do retrocesso ambiental, segundo o qual os níveis de proteção ambiental já alcançados não podem ser reduzidos de maneira arbitrária pelo legislador ou pela administração pública. Esse princípio funciona como mecanismo de proteção das conquistas normativas no campo ambiental, impedindo que avanços jurídicos obtidos na tutela do meio ambiente sejam comprometidos por interesses econômicos imediatos.

A proibição do retrocesso ambiental reforça a ideia de progressividade da proteção ambiental no constitucionalismo contemporâneo. Assim, uma vez estabelecidos determinados padrões de tutela ambiental, o Estado deve atuar no sentido de ampliá-los ou aperfeiçoá-los, jamais de reduzi-los injustificadamente.

Diante dessas premissas, torna-se evidente que o direito constitucional ecológico constitui importante instrumento jurídico para enfrentar os desafios da crise ambiental contemporânea. Ao incorporar a proteção ambiental ao núcleo dos direitos fundamentais, o constitucionalismo contemporâneo reconhece que a preservação dos recursos naturais constitui condição indispensável para a manutenção da vida e para a realização dos valores fundamentais do Estado Democrático de Direito.

Nesse contexto, políticas públicas voltadas à descarbonização da economia e à transição energética devem ser compreendidas como instrumentos de concretização do direito fundamental ao meio ambiente equilibrado. A adoção de tecnologias limpas e o desenvolvimento de matrizes energéticas sustentáveis, como o hidrogênio verde, representam estratégias relevantes para reduzir os impactos ambientais da atividade econômica e promover modelos de desenvolvimento compatíveis com a sustentabilidade.

Assim, o direito constitucional ecológico fornece o fundamento normativo para a construção de políticas públicas voltadas à proteção ambiental, estabelecendo parâmetros jurídicos que orientam a atuação estatal e limitam práticas econômicas potencialmente prejudiciais ao meio ambiente. Ao integrar a tutela ambiental ao sistema de direitos fundamentais, o constitucionalismo contemporâneo reafirma o compromisso do Estado Democrático de Direito com a preservação da vida, da dignidade humana e do equilíbrio ecológico.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A intensificação da crise climática global impõe aos Estados contemporâneos o desafio de repensar profundamente seus modelos de desenvolvimento econômico e seus sistemas energéticos. A dependência histórica de combustíveis fósseis revelou-se incompatível com a preservação do equilíbrio ambiental e com a sustentabilidade das atividades humanas a longo prazo. Nesse cenário, a transição energética assume papel estratégico na construção de novos paradigmas de desenvolvimento, orientados pela redução das emissões de gases de efeito estufa e pela promoção de matrizes energéticas baseadas em fontes renováveis.

O presente estudo buscou demonstrar que a descarbonização da matriz energética brasileira deve ser compreendida não apenas como um imperativo tecnológico ou econômico, mas também como uma exigência jurídica decorrente do próprio sistema constitucional brasileiro. A Constituição Federal de 1988, ao reconhecer o meio ambiente ecologicamente equilibrado como direito fundamental, estabeleceu bases normativas sólidas para a implementação de políticas públicas voltadas à sustentabilidade ambiental e à mitigação das mudanças climáticas. Assim, a proteção ambiental passa a constituir elemento estruturante do Estado Democrático de Direito, orientando a atuação estatal na formulação de estratégias de desenvolvimento sustentável.

Nesse contexto, a transição energética representa instrumento fundamental para a concretização do direito constitucional ecológico. A substituição progressiva de matrizes energéticas intensivas em carbono por fontes renováveis não apenas contribui para a redução das emissões de gases de efeito estufa, mas também reforça o compromisso constitucional com a preservação dos recursos naturais e com a proteção das condições ambientais necessárias para a vida digna.

Ao longo da pesquisa, evidenciou-se que o hidrogênio verde emerge como uma das tecnologias mais promissoras para viabilizar esse processo de transformação energética. Produzido

a partir da eletrólise da água utilizando energia proveniente de fontes renováveis, o hidrogênio verde apresenta características que o tornam vetor energético estratégico para a descarbonização de setores industriais de difícil eletrificação, como a siderurgia, o transporte pesado e a indústria química. Sua versatilidade energética e sua capacidade de armazenamento ampliam significativamente as possibilidades de integração entre diferentes fontes renováveis e sistemas energéticos complexos.

No caso brasileiro, o potencial de desenvolvimento dessa tecnologia é particularmente expressivo. A abundância de recursos naturais favoráveis à geração de energia renovável especialmente energia eólica, solar e hidráulica coloca o país em posição privilegiada no cenário internacional de produção de hidrogênio verde. Essa vantagem comparativa pode permitir ao Brasil não apenas reduzir suas emissões de carbono, mas também assumir papel relevante nas cadeias globais de produção e exportação de energia limpa.

A promulgação da Lei nº 14.948/2024 representa avanço importante na construção do marco regulatório necessário para o desenvolvimento da cadeia produtiva do hidrogênio de baixa emissão de carbono no país. Ao estabelecer diretrizes para a promoção dessa tecnologia e criar instrumentos de incentivo à inovação e ao investimento, a legislação inaugura novo estágio na política energética brasileira, alinhando o ordenamento jurídico nacional às tendências internacionais de descarbonização da economia.

Entretanto, a consolidação do hidrogênio verde como vetor energético estratégico exige a superação de desafios institucionais, tecnológicos e econômicos. A transição energética demanda planejamento de longo prazo, investimentos significativos em infraestrutura e o fortalecimento de mecanismos de governança capazes de articular a atuação do Estado, do setor privado e da sociedade civil.

Do ponto de vista jurídico-constitucional, a promoção de políticas públicas voltadas à transição energética encontra fundamento no próprio sistema de direitos fundamentais estabelecido pela Constituição de 1988. O direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, interpretado à luz da teoria dos direitos fundamentais desenvolvida por autores como Ingo Wolfgang Sarlet, possui não apenas dimensão subjetiva, mas também dimensão objetiva, orientando a atuação do Estado na formulação de políticas públicas ambientais e energéticas.

A partir dessa perspectiva, a adoção de tecnologias limpas e a promoção de matrizes energéticas sustentáveis devem ser compreendidas como instrumentos de concretização do direito fundamental ao meio ambiente equilibrado. A transição energética, portanto, não constitui apenas escolha política ou econômica, mas verdadeiro dever jurídico decorrente da ordem constitucional brasileira.

Por fim, destaca-se que a consolidação de um modelo energético sustentável no Brasil dependerá da capacidade do país de integrar inovação tecnológica, planejamento estatal e governança ambiental eficiente. A expansão da produção de hidrogênio verde pode representar oportunidade estratégica para posicionar o Brasil como protagonista global na economia de baixo carbono, contribuindo simultaneamente para o desenvolvimento econômico, para a segurança energética e para a proteção do meio ambiente.

De forma prospectiva, a articulação entre direito constitucional ecológico, políticas públicas de transição energética e desenvolvimento tecnológico sustentável tende a desempenhar papel decisivo na construção de novos paradigmas de governança ambiental. Nesse cenário, o hidrogênio verde desponta não apenas como solução energética, mas como elemento estruturante de um modelo de desenvolvimento capaz de conciliar crescimento econômico, justiça social e preservação do equilíbrio ecológico.

REFERÊNCIAS

BARROSO, Luís Roberto. *Curso de direito constitucional contemporâneo: os conceitos fundamentais e a construção do novo modelo*. 9. ed. São Paulo: Saraiva, 2019.

BINENBOJM, Gustavo. *Uma teoria do direito administrativo*. Rio de Janeiro: Renovar, 2008.

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

CANOTILHO, J. J. Gomes. *Direito constitucional e teoria da constituição*. 7. ed. Coimbra: Almedina, 2003.

DWORKIN, Ronald. *Freedom's law: the moral reading of the American constitution*. Cambridge: Harvard University Press, 1996.

FENSTERSEIFER, Tiago. *Direitos fundamentais e proteção do ambiente*. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2008.

FIORAVANTI, Maurizio. *Constitucionalismo: experiências históricas e tendências atuais*. Madrid: Trotta, 2014.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. *Global hydrogen review 2023*. Paris: IEA, 2023.

MATIAS, João Luís Nogueira. *Transição energética e hidrogênio verde*. Fortaleza: UFC, 2023.

PIOVESAN, Flávia. *Direitos humanos e o direito constitucional internacional*. 13. ed. São Paulo: Saraiva, 2013.

SARLET, Ingo Wolfgang; FENSTERSEIFER, Tiago. *Direito constitucional ambiental*. 3. ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2022.

SILVA, José Afonso da. *Direito ambiental constitucional*. 11. ed. São Paulo: Malheiros, 2019.

UNITED NATIONS. *Transforming our world: the 2030 agenda for sustainable development*. New York: United Nations, 2015.

IRENA. *Green hydrogen: a guide to policy making*. Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency, 2020.

.