



## Políticas públicas ambientais e hidrogênio verde no Brasil: perspectivas e desafios para uma economia sustentável

*Marcel Pereira Pordeus<sup>1</sup>; Wildeson de Sousa Caetano<sup>2</sup>; Katianna Jamília Oliveira Nunes<sup>3</sup>; Luciana Ribeiro Moura<sup>4</sup>; Romário Nascimento de Oliveira<sup>5</sup>; Anderson dos Santos Costa<sup>6</sup>; Josivan Rocha Josino<sup>7</sup>; José Célio Pessoa Fonteles<sup>8</sup>; Adélia Aparecida Alves Cidade<sup>9</sup>; Kátia Neide Costa Gomes<sup>10</sup>; Maria Auxiliadora Fontenele Araújo<sup>11</sup>; Ana Paula Rodrigues Cavalcante<sup>12</sup>; Francisca Andréia do Nascimento Silva<sup>13</sup>; João Marcos de Souza dos Santos<sup>14</sup>; Edmar Luiz de Sousa<sup>15</sup>*

### Como Citar:

PORDEUS, Marcel Pereira; CAETANO, Wildeson de Sousa; NUNES, Katianna Jamília Oliveira et al. Políticas Públicas ambientais e hidrogênio verde no Brasil: perspectivas e desafios para uma economia sustentável. Revista Sociedade Científica, vol.7, n. 1, p.3944-3965, 2024.

<https://doi.org/10.61411/rsc202472917>

DOI: [10.61411/rsc202472917](https://doi.org/10.61411/rsc202472917)

Área do conhecimento: Políticas Públicas.

Palavras-chaves: Políticas Públicas Ambientais; Hidrogênio Verde; Desafios; Economia sustentável.

Publicado: 26 de agosto de 2024.

### Resumo

Este artigo investiga as políticas públicas brasileiras relacionadas ao desenvolvimento e implementação do Hidrogênio Verde como uma alternativa energética sustentável. A pesquisa analisa as estratégias governamentais, os incentivos e os desafios enfrentados no fomento do hidrogênio verde. Este estudo é uma pesquisa qualitativa, de natureza dedutiva, que utiliza análise documental de matérias e materiais disponíveis em redes de comunicação nacionais e internacionais, bem como em bases nacionais de pesquisa. O objetivo é explorar o estado atual das políticas públicas ambientais brasileiras, com ênfase na transição para o Hidrogênio Verde como uma solução para uma economia energética sustentável.

<sup>1</sup> Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, Brasil. ✉

<sup>2</sup> Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, Brasil. ✉

<sup>3</sup> Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, Brasil. ✉

<sup>4</sup> Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, Brasil. ✉

<sup>5</sup> Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, Brasil. ✉

<sup>6</sup> Universidade Estácio de Sá, Rio de Janeiro, Brasil. ✉

<sup>7</sup> Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, Brasil. ✉

<sup>8</sup> Universidade de Fortaleza, Fortaleza, Brasil. ✉

<sup>9</sup> Universidade Estadual Vale do Acaraú, Fortaleza, Brasil. ✉

<sup>10</sup> Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, Brasil. ✉

<sup>11</sup> Universidade Estadual Vale do Acaraú, Fortaleza, Brasil. ✉

<sup>12</sup> Universidade Estadual Vale do Acaraú, Fortaleza, Brasil. ✉

<sup>13</sup> Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, Brasil. ✉

<sup>14</sup> Universidade Estadual Vale do Acaraú, Fortaleza, Brasil. ✉

<sup>15</sup> Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil. ✉



## **Environmental public policies and green hydrogen in Brazil: perspectives and challenges for a sustainable economy**

### **Abstract**

This paper investigates Brazilian public policies related to the development and implementation of Green Hydrogen as a sustainable energy alternative. The research analyzes government strategies, incentives and challenges faced in promoting green hydrogen. This study is a qualitative, deductive research that uses documentary analysis of papers and materials available in national and international communication networks, as well as in national research databases. The objective is to explore the current state of Brazilian environmental public policies, with an emphasis on the transition to Green Hydrogen as a solution for a sustainable energy economy.

**Keywords:** Environmental Public Policies. Green Hydrogen. Challenges. Sustainable economy.

### **1. Introdução**

A transição para fontes de energia mais limpas e sustentáveis é uma prioridade global diante da crise climática. O hidrogênio verde, produzido a partir de fontes renováveis, surge como uma alternativa promissora para reduzir as emissões de gases de efeito estufa. No Brasil, um país com grande potencial para a geração de energia renovável, as políticas públicas têm um papel crucial na promoção do hidrogênio verde. Nesse viés, este artigo explora a introdução do Hidrogênio Verde como objeto de políticas ambientais, avaliando seu desenvolvimento, implementação e impacto social.

A busca por soluções energéticas sustentáveis é imperativa para mitigar os efeitos das mudanças climáticas. O Brasil, com sua vasta capacidade de gerar energia renovável, como solar e eólica, possui um potencial significativo para a produção de hidrogênio verde. Para tanto, entender as políticas públicas ambientais que incentivam



essa transição é essencial para identificar barreiras e oportunidades, garantindo que o País possa se posicionar como líder global em energias limpas.

A corrida por soluções energéticas se dá em razão dos diversos impactos naturais com os quais o mundo está precisando lidar, com relação ao derretimento de geleiras nos polos Norte e Sul, com a redução dos reservatórios petrolíferos, bem como a própria limitação das outras formas de produção de energia, como as hidrelétricas, termelétricas e usinas nucleares.

É importante, por assim dizer, averiguarmos o contexto de relação entre o hidrogênio verde e as políticas ambientais, tendo em vista que, outrora, conforme explicam Vasconcelos, Marafon e Junior (21), foi deixado de lado em razão do seu potencial inflamável e alto custo de manipulação. Hoje, o Brasil passa a ser uma das frentes a viabilizar esse processo de transição energética, considerando ainda seu destaque na promoção do cumprimento da Agenda 2030, além dos 17 objetivos da Organização do Desenvolvimento Sustentável (ODS).

Trata-se, este estudo, de uma pesquisa de caráter qualitativo, de natureza dedutiva, a partir de análise documental, de matérias e materiais disponibilizados nas redes de comunicações nacional e internacional, bem como nas bases nacionais de pesquisa sobre a temática. A proposta é de apontar o panorama presente das políticas ambientais brasileiras, com foco na transição proposta a partir do Hidrogênio Verde, como uma forma de economia energética sustentável.

## 2. **As políticas públicas ambientais no Brasil**

Não é nenhuma novidade que há décadas o mundo inteiro passou a tratar das questões ambientais como ponto focal nos debates e reuniões mundiais importantes. O interesse de tratá-lo como um ponto de relevância global nesses momentos se deu em razão do reconhecimento da ação antrópica diante do meio ambiente, a partir da degradação, do uso desmedido e do desrespeito à proteção ambiental integral. A atuação do Poder Público, nesse sentido, exsurge com a intenção de salvaguardar o meio



ambiente, reduzindo ou mitigando, no que for possível e necessário, para evitar consequências irreparáveis e impactos à qualidade de vida do ser humano, da geração presente e das posteriores.

A Constituição Federal, em seu artigo 225, trata dessa atuação, ao dispor que a todos é investido o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, considerado as gerações presentes e futuras. A doutrina majoritária em direito ambiental trata tal disposição constitucional como um princípio de atuação da máquina pública, denominando-o como Princípio do Meio Ambiente Ecologicamente Equilibrado. Na prática, significa dizer que todo e qualquer projeto e planejamento que envolva a máquina pública precisa considerar a intervenção de cuidados para com o meio ambiente, a fim de respeitar o seu equilíbrio no hodierno e futuro. E quanto ao envolvimento de personalidades privadas, estas devem buscar as autorizações com o poder público para atuar no que lhes aprouver o projeto.

Por assim dizer, a avaliação de uma política pública ambiental se dá no retorno do caminho de uma avaliação, em outras palavras, é preciso que os projetos, planejamentos e propostas, tanto da máquina pública quanto dos entes privados, sejam analisados, considerando a sua proposta viável do que a legislação permite. Desse fato, não é nenhum esforço perceber a posição na doutrina jurídica sobre a matéria ambiental. Conforme explicam Castelo, Marquesan e Silva (13):

Este posicionamento se tornou mais perceptível quando da promulgação da Lei nº 6.938/81 e da Lei nº 7.347/85. A Lei nº 6.938/81 dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, tendo por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no país, condições favoráveis ao desenvolvimento, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana. Já a Lei nº 7.347/85 disciplina a ação civil pública de responsabilidade por danos causados ao meio ambiente. Tais leis dispuseram diretrizes voltadas à defesa ambiental no país, que contribuíram na formulação da Constituição Federal de 1988.



Esse aparato legal, voltado para a proteção ambiental, consubstanciou-se, evidentemente, em razão da preocupação com o próprio sujeito (meio ambiente), mas também atendeu às demandas regulatórias mundiais, como é o caso da Agenda 2030 e dos objetivos da ODS. Embora haja todo um regramento como mencionado, Castelo, Marquesan e Silva (13) lecionam que a legislação brasileira é “[...] aprimorada e revisada constantemente”, contudo, “[...] não garante de maneira pragmática a qualidade ambiental”, isso porque a própria “elaboração e aprovação”, se dá, geralmente, de “forma autocrática”, sem a “[...] veiculação do conhecimento, gerando conflitos e dificultando a implementação de políticas públicas ambientais”.

Contudo, é preciso mencionar, inclusive, as outras razões pelas quais se desenvolveu a promoção de diretrizes na área da defesa do meio ambiente. Conforme explica Souza (27), houve um impulso conjunto em virtude das associações científicas que pressionaram com dados e pesquisas, que defendiam a necessidade de frearmos com determinados comportamentos e fomentar modificações estruturais na economia, de modo que impactasse positivamente no todo, e, desse viés, não há nenhuma novidade no entorno do que constitui a política pública ambiental.

Conforme Fernandez-Vítora *et al.* (17), há apenas um conjunto de atos precedidos pelo Poder Público, o qual é encadeado de modo que possa satisfazer alguma demanda da sociedade. No caso das políticas públicas ambientais, tais atos, atividades e procedimentos estariam vinculadas à relação antrópico-ambiental, tendo em vista que há uma relação (necessária) mutual entre ambos, mas que até então vem trazendo resultados negativos para o meio ambiente, permitindo uma inversão desse mutualismo.

Entretanto, esse embate não se encerra na compreensão do que seria, de maneira genérica, a política pública ambiental, pois, como aduz Floriano (16), a proposta de uma política pública ambiental precisa preconizar, também, a solução para problemas sociais na circunjunção da questão ambiental, tendo em vista que não há que se fazer regulada



apenas a relação do homem com o meio ambiente, mas a razão pela qual determinados comportamentos são empreendidos nesta relação, e tentar dirimi-los.

Há que se considerar ainda a Educação Ambiental, doravante EA, como política pública ambiental. A proposta iniciou com a criação da Secretaria Especial de Meio Ambiente (SEMA), que tinha como prerrogativa a elucidação da população acerca das temáticas ambientais, sobre o uso sustentável dos recursos naturais, visando a sua conservação (5).

Nesse contexto, em 1981 foi gerado o marco legal federal, ao ser inserido como um princípio da Política Nacional do Meio Ambiente (7), consolidando-se com a promulgação da Constituição Federal de 1988. Santos (26) considera que, ao direcionar as políticas públicas para a causa ambiental, é preciso que essas políticas não só fomentem a participação da própria população, mas que, por meio disso, também reforcem a essencialidade do indivíduo, em sua pluralidade.

A título de ilustração, por exemplo, os ribeirinhos e pescadores atuam com atividades econômicas que dependem diretamente da natureza e dos recursos ambientais para sua subsistência. A proposta de uma política pública não deve ser impedir que esses povos cultivem sua ordem cultural e econômica, mas que se reconheçam medidas a serem implementadas que reforcem esta cultura sem descuidar daquilo que é um bem comum de todos: o meio ambiente e preservação dos recursos naturais.

Assim, passamos a considerar que a política pública ambiental seria aquela proposta pelo Poder Público, a fim de mitigar uma demanda social, que considera as questões ambientais como ponto focal para o direcionamento de ações e metas a serem alcançadas (2). Essa política pública não deve somente apontar para aquilo que não se deve fazer, mas ampliar de maneira geral, a partir da EA, do fomento à vivência sustentável e ao estabelecimento do bem-estar social comum, considerando a preocupação com as gerações futuras (25). Mediante tais assertivas, a ideia de analisar a



proposta energética do Hidrogênio Verde, é de vincular a sua articulação no Brasil com esse ideário de política pública ambiental.

### 3. **A fonte energética do Hidrogênio Verde e o seu surgimento**

Ao se falar de Hidrogênio Verde, a primeira pergunta que surge sobre o contexto pode ser: por qual razão tratar dessa fonte energética agora, se outrora já foi descartada? Gomes (18) leciona que há um constructo geopolítico de países que consomem energia dos mercados globais, que tem se fragilizado desde o início da guerra da Rússia na Ucrânia. Esse contexto trava, para as potências mundiais, desafios a serem superados, considerando-se a mais crítica desde a crise do petróleo, em 1973 (Mortimer, 22).

De qualquer maneira, no que constitui o Hidrogênio Verde? Nas palavras de Gomes (2023, p. 3):

Entendido como o hidrogênio produzido a partir da eletricidade oriunda de fontes de energia renováveis (como as de matriz eólica, solar, e provenientes de biomassa e biogás), ou seja, sem emissão de gás carbônico (CO<sub>2</sub>), o hidrogênio verde se apresenta como solução que detém altas expectativas para a descarbonização em setores de difícil redução de emissões, como o industrial e de transportes - afinal, o hidrogênio possui diversas aplicações energéticas e industriais, tanto armazenando energia quanto sendo utilizado para o refino de petróleo, a produção de amônia, e a geração de calor industrial.

Considerando os benefícios frente aos objetivos tratados pelas convenções internacionais, a fonte energética do hidrogênio verde passa a ser tratada como um potencial protagonista nesse contexto. De acordo com o relatório da Organização das Nações Unidas (ONU), *Theme Report on Energy Transition*, explica que a condição de tratamento das fontes de energia das nações precisa considerar a transição energética como um aspecto que propicia o desenvolvimento sustentável, e atende à resiliência ambiental-climática pretendida pelas convenções (24).



De acordo com os objetivos estabelecidos em 2015 pela ODS, na ONU, podemos perceber que há uma interrelação entre os diversos objetivos, pois considera o cuidado e a preservação do meio ambiente não como um fator isolado a ser alcançado, mas como uma finalidade *sine qua non* para a própria sustentabilidade da humanidade. Nesse sentido, considerando a proposta de analisar o contexto do meio ambiente, o Objetivo 7 (24) da ODS, propõe:

Objetivo 7. Assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia para todas e todos.

7.1 Até 2030, assegurar o acesso universal, confiável, moderno e a preços acessíveis a serviços de energia.

**7.2 Até 2030, aumentar substancialmente a participação de energias renováveis na matriz energética global.**

7.3 Até 2030, dobrar a taxa global de melhoria da eficiência energética.

7.a Até 2030, reforçar a cooperação internacional para facilitar o acesso a pesquisa e tecnologias de energia limpa, incluindo energias renováveis, eficiência energética e tecnologias de combustíveis fósseis avançadas e mais limpas, e promover o investimento em infraestrutura de energia e em tecnologias de energia limpa.

7.b Até 2030, expandir a infraestrutura e modernizar a tecnologia para o fornecimento de serviços de energia modernos e sustentáveis para todos nos países em desenvolvimento, particularmente nos países menos desenvolvidos, nos pequenos Estados insulares em desenvolvimento e nos países em desenvolvimento sem litoral, de acordo com seus respectivos programas de apoio.

Repara-se que nos pontos 7.2 e 7.b, o objetivo 7 direciona a asseguarção do aspecto energético para dois fatores: aumento de uso de energias renováveis, seguido da expansão da infraestrutura e modernização para o fornecimento de energia para todos nos países em desenvolvimento. A lógica na redação do objetivo está especificamente voltada para a cooperação internacional, em termos de acesso à energia limpa. A saber, significa dizer que não se trata de um pequeno país da Europa alcançar em 100% da sua matriz energética, constituída de fontes renováveis, mas da união de diversos países, por



meio da pesquisa, do estudo, da modernização do transporte e fornecimento, dessas fontes para todos em todos os países.

Como já é sabido e ressabido, no próprio Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), o tratamento emergente às fontes renováveis de energia já é uma ciência e um polo de investigação profundo no mundo inteiro, pois é algo que afeta a todos, independentemente da condição de vida. Nesse sentido, Vasconcelos, Marafon e Junior (21) defendem que:

O antropoceno, como é chamado o período em que vivemos atualmente, é notoriamente caracterizado pelos impactos globais decorrentes das atividades humanas, causados, sobretudo, em razão da maior concentração dos gases de efeito estufa liberados na atmosfera, sendo que a maior parte deles é originada a partir dos setores produtivos de energia. Por essa razão, é impreterível que as matrizes energéticas sejam reinventadas em novos rearranjos ecossociais.

No mesmo raciocínio, reforça Harduim (19) ao defender que diante dessa realidade, não é possível se pensar em uma sociedade com espaço habitável e possível para a humanidade, em um futuro não tão distante, se não tratarmos de reduzir significativamente, por exemplo, a emissão de CO<sub>2</sub>, transformando a sociedade no que tem passado a se rotular de “baixo carbono”.

A International Renewable Energy Agency (Irena) (20), por um lado, direciona para o hidrogênio verde às seguintes características:

- Produção Sustentável: utiliza energia renovável, não fóssil, para a eletrólise da água;
- Zero Emissão de Carbono: não emite dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) durante sua produção, diferentemente do hidrogênio cinza ou azul, que usam combustíveis fósseis;
- Versatilidade: pode ser usado em diversas aplicações, incluindo transporte, geração de eletricidade, e como matéria-prima industrial;



- Armazenamento e Transporte: pode ser armazenado e transportado em forma líquida ou gasosa, facilitando seu uso em diferentes locais e momentos.

Assim como, associados às características, defende os seguintes benefícios (Irena, 2019, online):

- Redução das Emissões de Gases de Efeito Estufa: contribui significativamente para a diminuição das emissões de CO<sub>2</sub>, ajudando a combater as mudanças climáticas;
- Diversificação da Matriz Energética: ajuda a diversificar a matriz energética, reduzindo a dependência de combustíveis fósseis;
- Independência Energética: permite que os países aproveitem seus próprios recursos renováveis, promovendo a independência energética;
- Desenvolvimento Econômico: cria novas oportunidades econômicas e de emprego nas indústrias de energias renováveis e tecnologias de hidrogênio.

Por outro lado, Acosta (1) assevera que existem diversos questionamentos outros quanto às fontes de energias renováveis, às quais consideram não somente a questão da finitude das fontes, mas também os impactos advindos do uso, mesmo que renovável desenfreado. A exemplo disso, temos os projetos de substituição e reflorestamento a partir do Eucalipto. A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) disponibilizou em seu site um *Frequently Asked Questions* (FAQ) sobre os aspectos voltados para o plantio do Eucalipto, inclusive direcionando informações botânicas, como espécie e atuação no solo. Contudo, não há qualquer indicativo de impacto negativo, direcionando as questões mais aos aspectos de produtividade e de consumo, referenciando tais perspectivas aos procedimentos burocráticos de cadastro, plantio, consumo e venda.

Todavia, já existem estudos que implicam em impactos ao ciclo da água, orientados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), segundo o qual a intervenção por plantio e replantio demasiado em terreno diverso daquele da espécie, pode gerar impactos ao ciclo hidrológico e desequilibrar o ecossistema local. Acosta (1), seguindo esse raciocínio, defende as projeções de produção e fornecimento das matrizes



energéticas a partir de uma perspectiva social, política e histórica. Nesse sentido, Vasconcelos, Marafon e Junior (21) reforçam, mencionando Suçuarana (28) que:

[...] a transição energética tem sido apresentada como uma solução para o problema relatado, por constituir uma mudança na forma de se consumir e de se produzir energia, por meio da substituição do uso das fontes de energia não renováveis e poluentes já conhecidas, como petróleo, gás natural, carvão mineral por fontes de energia renováveis e limpas, tais como a energia eólica, solar e o hidrogênio verde [...]

De maneira geral, por mais que se consagre o contexto social da redução dos impactos causados pelas matrizes energéticas, é, conforme explica Gomes (2023, p. 5):

[...] a busca pela transformação do setor energético em direção à fontes renováveis de energia, no lugar de sistemas de energia baseados em fontes fósseis, é estabelecida como uma corrida contextualizada a partir de motivações tanto geopolíticas quanto ambientais.

Dessarte, ao olharmos para o Brasil e no seu envolvimento com o Hidrogênio Verde, e o olhar das políticas públicas ambientais para esse contexto, é necessário que tratemos a temática com dois olhares, não apartados, mas complementares: a perspectiva social de acesso e viabilização da fonte de energia, bem como a questão emergente de mudanças climáticas e de impactos ao meio ambiente, em razão da finitude das fontes de energia naturais.

#### **4. A relação entre Políticas Públicas Ambientais e o Hidrogênio Verde no Brasil**

No Brasil já transita um projeto, a partir da coparticipação internacional, privada, que tem apostado de maneira massificada em pesquisas voltadas para a tecnologia do Hidrogênio Verde. Conforme tem sido publicizado pela própria empresa que está veiculando a pesquisa no Brasil, a Fortescue (16), a ideia é que a prática do projeto já comece em 2025, caso o investimento seja aprovado em definitivo. A questão dentro desse contexto, é o objetivo da empresa com o investimento e a produção na região



local. Para a Fortescue, a perspectiva é que seja produzido um hidrogênio no Ceará, Estado da região Nordeste do Brasil, com baixas emissões de carbono para o mercado internacional.

No Brasil, internamente, já houve o estabelecimento de uma política nacional que regula a produção e uso para fins energéticos do hidrogênio verde, como é o caso da PL 1.878/2022, aprovada 2023 e publicada em 2024. Em sequência a ela está a PL 1.880/2022, que cria o programa de incentivos para a produção em escala de células de combustível, aproveitando o potencial das cadeiras de valor do hidrogênio, etanol e biogás. A contrapartida do investimento, conforme disposto no relatório aprovado referente às PL's, é a suspensão de impostos por cinco anos e créditos fiscais para incentivar a produção e comercialização de hidrogênio de baixa emissão de carbono. O projeto também visa integrar o hidrogênio verde ao mercado nacional, promovendo a competitividade e a inovação no setor energético brasileiro.

Do ponto de vista internacional, as regiões Norte e Nordeste do Brasil se destacam como principais polos de produção de hidrogênio verde para exportação no Brasil, por apresentar índices de emissão de ciclo de vida abaixo do que é exigido pelo regulamento europeu. No entanto, internamente ao próprio Nordeste, há um sistema de autoabastecimento renovável, como é a fonte de energia eólica e solar, como produtoras secundárias para o próprio hidrogênio verde.

Em mesma comitiva à União Europeia, a perspectiva, conforme aponta o Ministério de Minas e Energia (2023, online), é de que temos vantagem nesse setor, visto que teríamos condições técnicas para produzir aproximadamente 2 Gtons de Hidrogênio por ano, sendo essa produção advinda em 90% do uso de energias renováveis.

De acordo com as Bases para a Consolidação da Estratégia Brasileira do Hidrogênio (BCEBH), em 2018 a demanda global de hidrogênio atingiu 115 milhões de toneladas. Dessa quantidade, 73 milhões de toneladas foram de hidrogênio puro,

amplamente utilizado em setores industriais essenciais. Especificamente, a produção de amônia para fertilizantes e o refino de petróleo representaram 96% do uso de hidrogênio puro. Além disso, a demanda por hidrogênio em misturas com outros gases foi de 42 milhões de toneladas. Nesse segmento, a produção de metanol respondeu por 29%, a redução direta na indústria siderúrgica por 7%, enquanto o restante foi empregado em outros diversos setores. Essas estatísticas ressaltam a importância do hidrogênio não apenas em sua forma pura, mas também como componente essencial em diversas aplicações industriais.

Acerca desse aspecto, é possível reconhecer a evolução por demanda energética no mundo (BCEBH, 2021, p. 03):

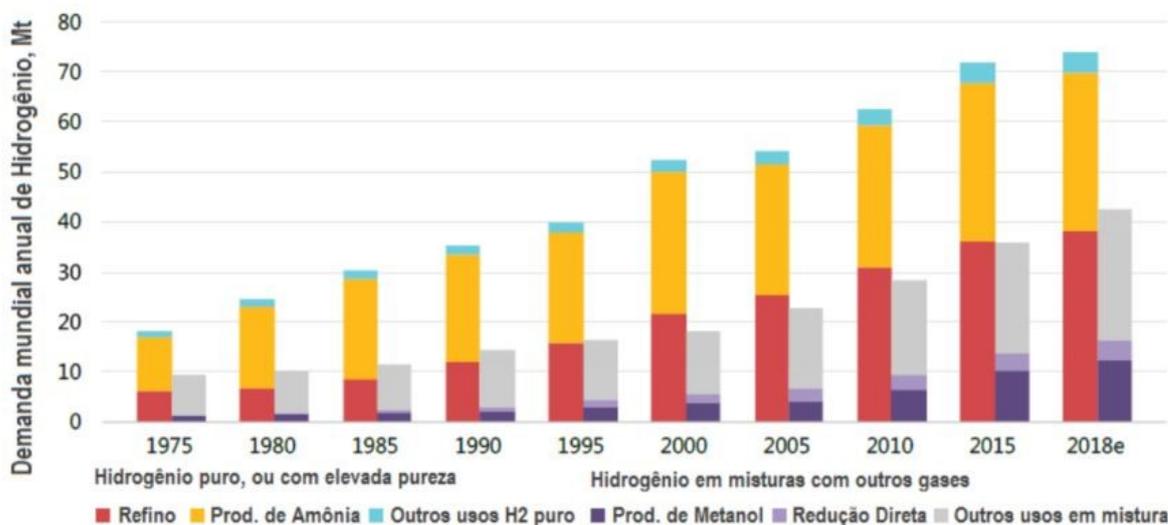


Figura 1 - Demanda mundial por hidrogênio x decurso do tempo. Fonte: BCEBH (2021, p. 03).

Seguindo o raciocínio, o próprio material é explícito ao indicar que ao tratarmos do desenvolvimento da política do hidrogênio verde, enquanto política pública ambiental e que impacta toda a sociedade brasileira – e, efetivamente, mundial – não se deve apenas voltar para a matéria legal, mas formalizar uma estratégia nacional que abrace ações específicas por parte do governo federal, indicando ainda que se a lógica for um projeto para o crescimento do País, a lógica é que se construa uma estratégia de



uso “arco-íris” de Hidrogênio, considerando todos os tipos de hidrogênios, conforme a tabela apresentada no documento (BCEBH, 2021, p. 10):

| Cor | Classificação       | Descrição  |
|-----|---------------------|--|
| ■   | hidrogênio preto    | produzido de carvão mineral (antracito) sem CCUS   |
| ■   | hidrogênio marrom   | produzido de carvão mineral (hulha), sem CCUS  |
| ■   | hidrogênio cinza    | produzido do gás natural sem CCUS  |
| ■   | hidrogênio azul     | produzido a partir de gás natural (eventualmente, também a partir de outros combustíveis fósseis) com CCUS                         |
| ■   | hidrogênio verde    | produzido a partir de fontes renováveis (particularmente, energias eólica e solar) via eletrólise da água.                         |
| □   | hidrogênio branco   | hidrogênio natural ou geológico  |
| ■   | hidrogênio turquesa | produzido por craqueamento térmico do metano, sem gerar CO <sub>2</sub>  |
| ■   | hidrogênio musgo    | produzido de biomassa ou biocombustíveis, com ou sem CCUS, através de reformas catalíticas, gaseificação ou biodigestão anaeróbica |

Figura 2 - Demanda mundial por hidrogênio x decurso do tempo.

Fonte: Elaborado a partir de IEA (2019a), H2-VIEW (2020), BAKER MCKENZIE (2020) E ZGONNIK (2020). (Adaptado).

Todavia, o material não é elucidativo ao propor um direcionamento desse mercado energético, posto que essa proposta de sustentabilidade, quanto ao uso de recursos naturais para produção de energia, trata-os apenas de destrinchar os benefícios de aproveitar todo o potencial brasileiro de produzir e, indiretamente, importar. Não há que se questionar que a introdução do hidrogênio na proposta de matriz energética dos países é um dos objetivos do Plano Nacional de Energia (2020), os benefícios dessa implantação são inúmeros, considerando o contexto basal do País.



A observação, por outro lado, está voltada para a incorporação do Poder Público como um propulsor do projeto, a partir de políticas públicas ambientais que desenvolvam o projeto de uma maneira bipartida. A atuação do Estado brasileiro não precisa se restringir à construção de acordos comerciais, de pactos de investimento em tecnologia, ou no aceite da chegada de empresas, a partir de captação de investimentos por meio de incentivos fiscais. Entretanto, é papel do Poder Público envolver a sociedade nesse contexto, sobretudo considerando o próprio impacto dessa inclusão de produção de energia para a população brasileira.

Segundo já mencionado, é imprescindível que o contexto da política pública ambiental trate não somente do objeto específico do meio ambiente, mas também relacione às condições sociais, econômicas e políticas nesse cenário. Trata-se de estimular o envolvimento governamental, trazendo para o centro do debate as demandas nacionais, considerando o País como um todo e não apenas construindo uma política de energia limpa que desconsidera os locais e não incorpora em sua proposta de governo a defesa ao meio ambiente, os aspectos intrínsecos da transição e de seus impactos à realidade local.

## 5. **Considerações finais**

O debate global sobre questões ambientais tem sido uma constante nas últimas décadas, refletindo a crescente consciência sobre os impactos da ação humana no meio ambiente. A degradação ambiental, o uso excessivo de recursos naturais e a falta de proteção adequada evidenciam a necessidade urgente de uma abordagem mais sustentável. A atuação do Poder Público tem se mostrado essencial para mitigar esses impactos e garantir um ambiente equilibrado para as gerações presentes e futuras. A Constituição Federal brasileira, em seu artigo 225, consagra o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, refletindo a importância de preservar o equilíbrio ambiental por meio de políticas públicas e regulamentações adequadas.



Em realidade, esse princípio é fundamental na formulação e implementação de políticas públicas ambientais. A doutrina majoritária em direito ambiental, representada pelo Princípio do Meio Ambiente Ecologicamente Equilibrado, enfatiza que todos os projetos e planejamentos, tanto públicos quanto privados, devem considerar a proteção ambiental. A legislação brasileira, como demonstrado pela Lei nº 6.938/81 e pela Lei nº 7.347/85, estabelece diretrizes para a preservação ambiental e a responsabilização por danos ambientais. Embora essas leis sejam continuamente aprimoradas, a implementação de políticas públicas nesse âmbito ainda enfrenta desafios, como a falta de transparência e a dificuldade de integrar conhecimentos científicos na formulação das normas.

Além das leis, a atuação de associações científicas e o avanço do conhecimento têm impulsionado a necessidade de mudanças estruturais na economia para promover a sustentabilidade. A política pública ambiental não se restringe a regulamentos específicos, mas deve abranger uma abordagem holística que considere a relação entre o ser humano e o meio ambiente, abordando também os problemas sociais e culturais associados. A Educação Ambiental, iniciada com a criação da Secretaria Especial de Meio Ambiente, e consolidada na Constituição de 1988, é um exemplo de como as políticas públicas podem promover a conscientização e a participação ativa da população na proteção ambiental.

No contexto das fontes de energia, o hidrogênio verde surge como uma alternativa promissora para a transição energética. Produzido a partir de eletricidade gerada por fontes renováveis, o Hidrogênio Verde oferece uma solução para a descarbonização de setores industriais e de transportes, além de contribuir para a diversificação da matriz energética e promover a independência energética. O Brasil, com seu potencial para produzir hidrogênio verde a partir de energias renováveis, tem a oportunidade de se destacar nesse setor globalmente. O País já está avançando em suas



políticas, tais como a PL 1.878/2022 e a PL 1.880/2022, que incentivam a produção e o uso do Hidrogênio Verde.

Contudo, para que essas políticas sejam eficazes, é essencial que o Poder Público adote uma abordagem integrada, que não apenas fomente o desenvolvimento tecnológico, mas também envolva a sociedade e considere os impactos sociais e ambientais das iniciativas. Nesse sentido, a política pública ambiental deve ir além da criação de normas e incentivos, incorporando a participação ativa da população e a avaliação dos efeitos das políticas sobre as comunidades locais e o meio ambiente. A promoção de uma política energética sustentável deve estar alinhada com a proteção ambiental e o bem-estar social, garantindo que os benefícios das novas tecnologias, como o Hidrogênio Verde, sejam amplamente compartilhados, e que os impactos negativos sejam minimizados.

Portanto, a relação entre políticas públicas ambientais e o Hidrogênio Verde no Brasil representa uma oportunidade para avançar na sustentabilidade energética, mas exige um compromisso contínuo com a integração de aspectos ambientais, sociais e econômicos. O sucesso na implementação dessas políticas dependerá da capacidade governamental em conduzir um processo transparente e participativo, assegurando que as medidas adotadas contribuam para um futuro sustentável e equitativo no usufruto dos recursos naturais. Para tanto, a transição para fontes de energia renováveis, como o Hidrogênio Verde, não deve ser vista apenas como uma solução técnica, mas como um componente de uma estratégia mais ampla para promover a sustentabilidade e a justiça ambiental.

Nessa seara, o Presidente Luís Inácio Lula da Silva sancionou, no dia 04 de agosto de 2024, o Marco Legal do Hidrogênio Verde<sup>16</sup>. Tal medida visa potencializar a produção de energia no país, a partir de fontes limpas. Nesse sentido, estamos

---

<sup>16</sup> Evento ocorrido no Porto do Pecém, em São Gonçalo do Amarante-CE. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/politica/noticia/2024-08/presidente-lula-sanciona-marco-legal-do-hidrogenio-verde#>. Acesso em: 09 ago. 2024.



vivenciando uma “virada de chave”, em que a responsabilidade ambiental se torna uma política de governo essencial aos interesses de uma sociedade com mudanças climáticas céleres, e que preconiza protagonismo nesse cenário global.

## 6. Declaração de direitos

O(s)/A(s) autor(s)/autora(s) declara(m) ser detentores dos direitos autorais da presente obra, que o artigo não foi publicado anteriormente e que não está sendo considerado por outra(o) Revista/Journal. Declara(m) que as imagens e textos publicados são de responsabilidade do(s) autor(s), e não possuem direitos autorais reservados à terceiros. Textos e/ou imagens de terceiros são devidamente citados ou devidamente autorizados com concessão de direitos para publicação quando necessário. Declara(m) respeitar os direitos de terceiros e de Instituições públicas e privadas. Declara(m) não cometer plágio ou auto plágio e não ter considerado/gerado conteúdos falsos e que a obra é original e de responsabilidade dos autores.

## 7. Referências

1. ACOSTA, A. O bem viver: uma oportunidade para imaginar outros mundos. Tradução: Tadeu Breda. São Paulo: Autonomia Literária, Elefante, 2016.
2. ANDRADE, D. F. de; LUCA, A. Q. de; SORRENTINO, M. O diálogo em processos de políticas públicas de educação ambiental no Brasil. *Educação & Sociedade*, ISSN: 1678-4626, v. 33, p. 613-630, 2012.
3. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Plano Decenal de Expansão de Energia 2031. 2024. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/plano-decenal-de-expansao-de-energia-2031>. Acesso em: 19 jul. 2024.
4. AGÊNCIA FAPESP. Plantio de eucalipto aumenta chuva em regiões altas das Serras do Mar e Mantiqueira. 17 jul. 2024. Disponível em: <https://agencia.fapesp.br/plantio-de-eucalipto-aumenta-chuva-em-regioes-altas-das-serras-do-mar-e-mantiqueira/20939>. Acesso em: 19 jul. 2024.
5. BRASIL. Ministério da Educação. Programa Nacional de Educação Ambiental. 3. ed. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2005.



6. BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 5 out. 1988.
7. BRASIL. Lei n. 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2 set. 1981.
8. BRASIL. Presidência da República. Lei nº 1878, de 12 de junho de 2023. Dispõe sobre o Marco da Regulação do Hidrogênio Verde no Brasil. Diário do Senado Federal: Número 87, Brasília, DF, 12 jun. 2024.
9. BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Bases para a Consolidação da Estratégia Brasileira do Hidrogênio. Brasília: MME, 2018. Disponível em: [www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-569/NT\\_Hidrogenio\\_rev01%20\(1\).pdf](http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-569/NT_Hidrogenio_rev01%20(1).pdf). Acesso em: 19 jul. 2024.
10. BRASIL. Presidência da República. Lei nº 1878, de 12 de junho de 2023. Dispõe sobre o Marco da Regulação do Hidrogênio Verde no Brasil. Diário do Senado Federal: Número 87, Brasília, DF, 12 jun. 2024.
11. BRASIL. Senado Federal. Projeto de Lei nº 1880, de 2022. Cria programa de incentivos para a produção em escala de células de combustível, aproveitando o potencial das cadeias de valor do hidrogênio, etanol e biogás. Diário do Senado Federal: Brasília, DF, 4 jul. 2022. Disponível em: <https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/155339>. Acesso em: 19 jul. 2024.
12. BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Plano Nacional de Energia 2030, 2024. Disponível em: [https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/plano-nacional-de-energia-pne](http://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/plano-nacional-de-energia-pne). Acesso em: 19 jul. 2024.
13. CASTELO, A. F. M.; MARQUESAN, F. F. S.; SILVA, J. B. A problemática das políticas públicas ambientais no Brasil. REMEA-Revista Eletrônica do



- Mestrado em Educação Ambiental, ISSN: 1517-1256, v. 38, n. 2, p. 180-199, 2021.
14. EPBR. Hidrogênio produzido no Brasil atende a critérios da União Europeia, diz estudo. 18 jul. 2024. Disponível em: <https://epbr.com.br/hidrogenio-produzido-no-brasil-atende-a-criterios-da-uniao-europeia-diz-estudo/>. Acesso em: 19 jul. 2024.
  15. EMBRAPA. Perguntas e respostas sobre o eucalipto. Disponível em: <https://www.embrapa.br/florestas/transferencia-de-tecnologia/eucalipto/perguntas-e-respostas>. Acesso em: 19 jul. 2024.
  16. FLORIANO, E. P. Políticas de gestão ambiental. 3. ed. Santa Maria. Universidade Federal de Santa Maria. Departamento de Ciências Florestais, p.128, 2007.
  17. FERNÁNDEZ-VÍTORA, V. C.; RIPOLL, V. C.; RIPOLL, L. C. Los instrumentos de la gestión ambiental en la empresa. Mundi Prensa Libros SA, 1996.
  18. GOMES, I. T. *et al.* A urgência pela descarbonização climática das economias globais e o papel do hidrogênio verde brasileiro. ÍANDÉ: Ciências e Humanidades, ISSN: 2594-973X, v. 7, n. 1, p. 2-15, 2023.
  19. HARDUIM, L. Sociedade de baixo carbono: o desafio do nosso século. Fórum de Meio Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia. v. 01, n. 01, mar. 2023.
  20. INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY (IRENA). A new world: the geopolitics of the energy transformation. [s.l.]: International Renewable Energy Agency, 2019. Disponível em: <https://apo.org.au/node/220211>. Acesso em: 19 jul. 2024.
  21. MARAFON, R.; JUNIOR, R. M.; VASCONCELOS, P. E. A. O Hidrogênio Verde como alternativa para a transição energética e a importância do Brasil neste cenário. Revista Direito das Políticas Públicas, ISSN: 2675-1143, v. 5, n. 1, 2023.



22. MORTIMER, ROGER, R. Geopolitical uncertainty is a game-changer for energy transition, 2022. Disponível em: <https://kraneshares.com/the-global-carbon-transformation-nyse-highlight-reel/>. Acesso em: 19 jul. 2024.
23. NUNES, C. R. P.; GONÇALVES, R. R. Desafios da Regulação do Hidrogênio Verde no Brasil e na Índia: Uma transição energética sustentável no BRICS? *Cadernos de Direito Actual*, ISSN 2340-860X, n. 24, p. 165-184, 2024.
24. ONU (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS). *Climate Adaptation is Key to a Climate Resilient Future. But What Does it Mean?*, 2023. Disponível em: <https://encurtador.com.br/YVM58>. Acesso em: 08 ago. 2024.
25. PORDEUS, M. P.; PAULINO, F. W. V. Resíduos Sólidos e o aproveitamento da coleta de lixo no Estado do Ceará: alguns apontamentos *In: Programa de coleta seletiva de Crateús-CE em diferentes perspectivas e contribuições para o Meio Ambiente, Educação, Saúde, Serviço Social e Políticas Públicas*, ISBN 978-65-89677-83-3, ed.1. Embu das Artes - SP: Alexa Cultural, 2021, v.1, p. 191 – 209. Disponível em: <https://encurtador.com.br/bPmDM>. Acesso em: 10 ago. 2024.
26. SANTOS, B. S. Para uma sociologia das ausências e uma sociologia das emergências. *Revista Crítica de Ciências Sociais*, ISSN: 0254-1106, Lisboa, n. 63, p. 237-280, 2002.
27. SOUZA, C. Políticas públicas: questões temáticas e de pesquisa. *Caderno CRH*, ISSN: 0254-1106, Salvador, v. 16, n. 39, p.11-24, jul./dez., 2003.
28. SUÇUARANA, M. da S. Descarbonização da Economia. Disponível em: <https://www.infoescola.com/ecologia/descarbonizacao-da-economia/>. Acesso em: 09 ago. 2024.
29. UOL CAPITAL RESET. Pecém dá mais um passo em megaprojeto de hidrogênio verde. 19 jul. 2024. Disponível em: <https://capitalreset.uol.com.br/transicao-energetica/hidrogenio/pecem-da-mais-um-passo-em-megaprojeto-de-hidrogenio-verde/>. Acesso em: 19 jul. 2024.

