

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
CENTRO DE CIÊNCIAS JURÍDICAS E ECONÔMICAS
FACULDADE NACIONAL DE DIREITO**

**DESAFIOS REGULATÓRIOS E PERSPECTIVAS PARA O FINANCIAMENTO DE
PROJETOS DE HIDROGÊNIO VERDE NO BRASIL**

MARIA ANTONIA HERCULANO ROCHA

**Rio de Janeiro
2024**

MARIA ANTONIA HERCULANO ROCHA

**DESAFIOS REGULATÓRIOS E PERSPECTIVAS PARA O FINANCIAMENTO DE
PROJETOS DE HIDROGÊNIO VERDE NO BRASIL**

Monografia de final de curso, elaborada no âmbito da graduação em Direito da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel em Direito, sob a orientação da **Professora Dra. Carolina Araújo de Azevedo Pizoeiro Gerolimich.**

**Rio de Janeiro
2024**

CIP - Catalogação na Publicação

R332d Rocha, Maria Antonia Herculano
Desafios Regulatórios e Perspectivas para o
Financiamento de Projetos de Hidrogênio Verde no
Brasil / Maria Antonia Herculano Rocha. -- Rio de
Janeiro, 2024.
71 f.

Orientadora: Carolina Araújo de Azevedo Pizoeiro
Gerolimich.
Trabalho de conclusão de curso (graduação) -
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Faculdade
Nacional de Direito, Bacharel em Direito, 2024.

1. Financiamento. 2. Hidrogênio Verde. 3.
Regulação. 4. Transição Energética. I. Gerolimich,
Carolina Araújo de Azevedo Pizoeiro , orient. II.
Título.

MARIA ANTONIA HERCULANO ROCHA

**DESAFIOS REGULATÓRIOS E PERSPECTIVAS PARA O FINANCIAMENTO DE
PROJETOS DE HIDROGÊNIO VERDE NO BRASIL**

Monografia de final de curso, elaborada no âmbito da graduação em Direito da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel em Direito, sob a orientação da **Professora Dra. Carolina Araújo de Azevedo Pizoeiro Gerolimich.**

Data da Aprovação: 03 / 07 / 2024.

Banca Examinadora:

Carolina Araújo de Azevedo Pizoeiro Gerolimich.
Orientador

Marcos Vinicius Torres Pereira.
Membro da Banca

**Rio de Janeiro
2024**

“Quanto ao futuro, não se trata de prevê-lo, mas de torná-lo possível” -
Antoine de Saint-Exupéry

AGRADECIMENTOS

Conciliar o trabalho, a faculdade, a realização da monografia e os estudos para a OAB não é fácil e, se consegui concluir essa etapa com qualidade, devo isso a algumas pessoas. Em primeiro lugar à minha família, em especial à minha mãe, pelo suporte incondicional e sensibilidade nos últimos meses. Sem amor, não se chega a lugar algum (que preste).

À Faculdade Nacional de Direito e meus professores, os últimos cinco anos na “maior do Brasil” me formaram como estudante e, principalmente, como pessoa. Hoje, sei a diferença que bons mestres podem fazer na vida.

Aos meus colegas de faculdade, vocês tornaram a caminhada até aqui possível e muito mais amena. Se desesperar em grupo é bem melhor! Natassja Martin escreveu que o humor é um remédio imbatível em situações extremas – e eu não poderia concordar mais.

Ao escritório Schmidt, Valois, Miranda, Ferreira & Agel, que despertou e incentivou meu interesse sobre o tema, além de ter dado todo o apoio para a realização deste trabalho.

Por fim, aos advogados que se disponibilizaram para conversar sobre o tema e à minha orientadora, Carolina, vocês me guiaram e abriram meus olhos, de forma a enriquecer a pesquisa.

ROCHA, Maria Antonia Herculano. **Desafios Regulatórios e Perspectivas para o Financiamento de Projetos de Hidrogênio Verde no Brasil**. 72 p. Trabalho de Conclusão de Curso. Faculdade Nacional de Direito – Universidade Federal do Rio de Janeiro – FND/UFRJ.

RESUMO

Esta monografia aborda os desafios e perspectivas jurídicas e regulatórias ao financiamento de projetos de hidrogênio verde (H2V) no Brasil. Dada a crescente importância do H2V como uma solução sustentável para a transição energética global, o estudo explora os instrumentos de financiamento existentes para projetos de hidrogênio verde no Brasil, bem como as lacunas regulatórias e os obstáculos legais que impedem a captação de investimentos necessários para o desenvolvimento dessa tecnologia no país. Comparou-se os projetos de lei existentes com base nos critérios de competência regulatória, definição de hidrogênio, instituição de incentivos e certificação. Ademais, foram analisadas as estratégias europeias e norte-americanas de incentivos ao desenvolvimento da cadeia de hidrogênio, bem como a taxonomia sustentável, que, observadas as particularidades do Brasil, poderiam ser adaptadas ao contexto nacional. Conclui-se que a aprovação de um marco legal, bem como a adoção de instrumentos como o *blended finance* e os Contratos por Diferença, são estratégias que devem ser consideradas para viabilizar o financiamento de projetos de hidrogênio verde no país e uma transição energética eficaz.

Palavras-Chaves: Financiamento; Hidrogênio Verde; Regulação; Transição Energética.

ROCHA, Maria Antonia Herculano. **Regulatory Challenges and Perspectives for Financing Green Hydrogen Projects in Brazil**. 72 pages. Undergraduate Thesis. National Faculty of Law – Federal University of Rio de Janeiro – FND/UFRJ.

ABSTRACT

This monograph addresses the challenges and regulatory perspectives regarding the financing of green hydrogen (H₂V) projects in Brazil. Given the growing importance of H₂V as a sustainable solution for the global energy transition, the study explores the existing financing instruments for green hydrogen projects in Brazil, as well as the regulatory gaps and legal obstacles that hinder the attraction of the necessary investments for the development of this technology in the country. Existing bills were compared based on criteria of regulatory competence, hydrogen definition, incentive institution, and certification. Additionally, European and North American incentive strategies for the development of the hydrogen chain were analyzed, along with sustainable taxonomy, which, considering Brazil's particularities, could be adapted to the national context. It is concluded that the approval of a legal framework, as well as the adoption of instruments such as blended finance and Contracts for Difference, are strategies that should be considered to enable the financing of green hydrogen projects in the country and an effective energy transition.

Keywords: Financing; Green Hydrogen; Regulation; Energy Transition.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
ANP	Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
BMWK	Ministério Federal Alemão para Assuntos Econômicos e Ação Climática
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CEHV	Comissão Especial Sobre Hidrogênio Verde
CfD	Contratos por Diferença
CGHBC	Comitê Gestor do Setor de Hidrogênio de Baixo Carbono
CMA	Comissão do Meio Ambiente
CNPE	Conselho Nacional de Política Energética
Coges-PNH2	Comitê Gestor do Programa Nacional do Hidrogênio
COP 21	21ª Conferência das Partes
CSLL	Contribuição Social sobre o Lucro Líquido
CTenerg	Fundo Setorial de Energia
DOE	Department of Energy (Departamento de Energia dos Estados Unidos)
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
Febraban	Federação Brasileira de Bancos
FINEP	Financiadora de Estudos e Projetos — Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação.
FNDCT	Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
GEE	Gases de Efeito Estufa
IBH2	Iniciativa Brasileira do Hidrogênio
IEA	International Energy Agency (Agência Internacional de Energia)
IRA	Inflation Reduction Act (Lei de Redução da Inflação)
MCTI	Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação
MMA	Ministério de Meio Ambiente
MME	Ministério de Minas e Energia
MoU	Memorando de Entendimento
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
PBCH2	Padrão Brasileiro para Certificação do Hidrogênio
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PD&I	Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação
Plano ABC+	Plano Setorial para Adaptação à Mudança do Clima e Baixa Emissão de Carbono na Agropecuária, com vistas ao Desenvolvimento Sustentável
PHBC	Programa de Desenvolvimento do Hidrogênio de Baixo Carbono
PNH2	Programa Nacional do Hidrogênio
Reidi	Regime Especial de Incentivos para o Desenvolvimento da Infraestrutura
Rehidro	Regime Especial de Incentivos para a Produção de Hidrogênio de Baixa Emissão de Carbono
SAF	Sustainable Aviation Fuel (Combustível Sustentável de Aviação)
SBCH2	Sistema Brasileiro de Certificação de Hidrogênio
SisH2-MCTI	Sistema Brasileiro de Laboratórios de Hidrogênio
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change (Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima)
US\$	Dólar Americano
ZPE	Zona de Processamento de Exportação

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Arco-íris da classificação do hidrogênio em escala de cores	16
Figura 2 – Visão geral do processo de produção de hidrogênio verde	17
Figura 3 – Compromissos financeiros para o hidrogênio por parte de bancos multilaterais de desenvolvimento, por fonte e país parceiro, por ano de anúncio, 2021-2023	25
Figura 4 – Consumo doméstico de hidrogênio no Brasil por setor (em 2021)	30
Figura 5 – Visão esquemática dos componentes de um ^h ub de hidrogênio	31
Figura 6 – Projetos de hidrogênio verde no Ceará com dimensionamentos anunciados	32
Figura 7 – Conhecendo a paleta de cores do hidrogênio	34

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	Contextualização do tema	11
1.2	Justificativa	13
1.3	Objetivos e metodologia	14
2	O HIDROGÊNIO NO CONTEXTO BRASILEIRO	16
2.1	Conceitos básicos de hidrogênio verde e sua importância para a transição energética.....	16
2.2	Programa Nacional do Hidrogênio (PNH2).....	19
2.3	Instrumentos de financiamento de projetos de energia sustentável	22
2.4	Panorama atual do mercado de hidrogênio verde no Brasil.....	29
3	LACUNA REGULATÓRIA E A EMERGÊNCIA DO MARCO LEGAL	35
3.1	Lacuna regulatória	35
3.2	Projetos de Lei existentes no Congresso Nacional	37
<i>3.2.1</i>	<i>Projeto de Lei nº 2.308, de 2023.....</i>	<i>37</i>
<i>3.2.2</i>	<i>Projeto de Lei nº 5.816, de 2023, apensado ao PL-5751/2023</i>	<i>39</i>
<i>3.2.3</i>	<i>Projeto de Lei do Ministério de Minas e Energia</i>	<i>41</i>
<i>3.2.4</i>	<i>Projeto de Lei nº 725, de 2022</i>	<i>43</i>
3.3	Comparação entre os Projetos de Lei para a criação do Marco Legal.....	45
4	MELHORES PRÁTICAS INTERNACIONAIS	48
4.1	Modelo europeu de incentivos	48
4.2	Modelo americano de incentivos	52
4.3	Taxonomia sustentável	53
5	CONCLUSÃO	57
	REFERÊNCIAS	59

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização do tema

O Acordo de Paris¹, estabelecido em dezembro de 2015 durante a 21ª Conferência das Partes (COP 21) da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC), é um marco histórico no combate às mudanças climáticas. Seu objetivo principal é limitar o aumento da temperatura média global a bem abaixo de 2°C em relação aos níveis pré-industriais, com esforços para limitar o aumento a 1,5°C. Para alcançar essa meta, o Acordo reconhece a necessidade urgente de uma transição energética global. Os países signatários se comprometeram a adotar medidas para reduzir significativamente as emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE), promover fontes de energia limpa e renovável, aumentar a eficiência energética e fortalecer a resiliência aos impactos das mudanças climáticas.

A transição energética surge como elemento fundamental para o cumprimento dos compromissos do Acordo de Paris, substituindo combustíveis fósseis por fontes de energia sustentáveis, como solar, eólica e hidrelétrica, e incentivando o desenvolvimento de tecnologias de baixo carbono e práticas sustentáveis em todos os setores econômicos.

Além disso, em 2015, a ONU estabeleceu os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) que deverão ser alcançados até o ano de 2030², os quais incluem as metas relacionadas à ação contra a mudança global do clima, energia limpa e acessível, e inovação em infraestrutura.

Nesse contexto, a substituição dos combustíveis fósseis por tecnologias de baixo carbono é crucial, e o hidrogênio, como uma fonte de energia limpa e renovável, tem ganhado destaque no debate internacional³. Ele é o elemento químico mais leve e abundante no universo, e pode ser obtido por meio de diversas rotas, cada uma com suas próprias características e impactos ambientais.

As energias renováveis são essenciais para a descarbonização das matrizes energéticas,

¹UNITED NATIONS CLIMATE CHANGE, [2024].

²NAÇÕES UNIDAS BRASIL, c2024.

³INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2019.

mas não são suficientes para os setores da economia que são grandes poluidores, como a siderurgia e a produção de aço. O hidrogênio, em especial o verde, surge como um elo faltante entre as energias renováveis e esses setores industriais. Inicialmente, o hidrogênio deve ser utilizado em indústrias que emitem muitos GEE e cuja descarbonização é particularmente complexa, como na produção de aço, em grandes veículos como navios e aviões, e na produção de fertilizantes.

O Brasil possui um vasto potencial para a produção de hidrogênio verde (H2V) devido à sua matriz elétrica predominantemente renovável, com aproximadamente 85%⁴ da eletricidade gerada a partir de fontes renováveis. Esse dado destaca o potencial do Brasil como líder na produção de H2V, beneficiado por sua matriz energética com alto potencial renovável e abundância de recursos naturais. Nesse sentido, é importante que o país assuma uma posição de vanguarda na produção de H2V, não apenas por questões de sustentabilidade e transição energética, mas também pelas vantagens econômicas que o desenvolvimento de uma cadeia de hidrogênio sustentável pode proporcionar.

Contudo, apesar do potencial competitivo do Brasil, existem desafios a serem superados para tornar essa visão uma realidade, desde os custos iniciais elevados até a necessidade de uma regulação específica para o setor, incluindo produção, armazenamento, transporte e distribuição. Dessa forma, é imperativa uma análise acerca dos instrumentos financeiros disponíveis para financiar projetos de H2V, bem como dos riscos envolvidos nesses mecanismos, para que se entenda quais estratégias regulatórias podem reduzir a insegurança jurídica e mitigar os riscos para os investidores.

[...] o desenvolvimento e a consolidação de uma economia do hidrogênio, a nível mundial, apresentam uma série de desafios, que vão desde o estabelecimento de uma estrutura político-regulatória que compreenda as especificidades deste novo vetor, até a implementação de uma robusta estrutura econômico-financeira (Van de Graaf *et al.*, 2020 *apud* Chaves; Aquino, Ivo, 2022, p. 2)⁵.

Em primeiro lugar, a ausência de um marco regulatório é o principal impedimento para a entrada de investimentos no país, pois sem uma estrutura legal estabelecida, os investidores enfrentam incertezas que dificultam os aportes de longo prazo. A partir da ausência do marco legal, existem outras questões regulatórias que precisam ser adereçadas. Em segundo lugar, é

⁴ASSESSORIA DE COMUNICAÇÃO SOCIAL, [entre 2021 e 2022].

⁵CHAVES; AQUINO; IVO, 2022, p. 2.

importante investigar quais modelos de incentivos poderão ser aplicados no Brasil. A análise dos projetos de lei existentes e das estratégias internacionais de apoio ao desenvolvimento da economia do hidrogênio pode ajudar nesse processo, considerando opções como financiamentos subsidiados e incentivos fiscais. As estratégias da União Europeia e dos Estados Unidos, em especial, demonstram a importância da articulação entre agentes públicos e privados e podem servir de inspiração para os legisladores brasileiros, respeitando as particularidades do contexto nacional.

Além disso, existem institutos legais, como o Contrato por Diferença (CdF), que poderiam ser adaptados para o caso do Brasil. Por fim, dado que a própria classificação do H2V é incerta, é necessário analisar o instituto da taxonomia sustentável e como ele poderia ser aplicado no Brasil para auxiliar na classificação e na regulação do H2V.

1.2 Justificativa

As possibilidades de trabalho e de pesquisa no universo jurídico são quase infindas. A faculdade desempenha o importante papel de apresentar para os graduandos as diversas áreas existentes. Apesar de o curso de direito não conseguir apresentar todos os avanços da realidade e nem esgotá-los, creio que a Faculdade Nacional de Direito consegue ampliar e enriquecer a visão de mundo dos alunos ao promover estudos em áreas de pesquisa inovadoras.

Um dos maiores desafios do nosso tempo é pensar em como aliar o desenvolvimento econômico à sustentabilidade, tendo em vista as inúmeras ameaças climáticas geradas pelo próprio ser humano. Logo, o planejamento energético eficaz é invariavelmente um dos maiores aliados no combate ao aquecimento global. A pesquisa se dá, portanto, em razão da centralidade do tema no nosso tempo, em que a busca por alternativas energéticas sustentáveis é imprescindível para que os efeitos do aquecimento global sejam refreados.

O hidrogênio sustentável está rapidamente se tornando uma peça-chave na transição energética global, ganhando destaque como uma fonte de energia limpa e renovável. Em um país como o Brasil, onde a demanda por energia está em constante crescimento e a pressão por soluções mais sustentáveis é cada vez mais evidente, identificar e analisar os obstáculos jurídicos que podem impedir ou dificultar o financiamento de projetos de hidrogênio sustentável

é o primeiro passo para encontrar soluções eficazes. É importante que o setor seja regulado de maneira eficaz, visando a harmonização das normas brasileiras com as internacionais e as futuras interações entre diferentes setores produtivos⁶, bem como questões relacionadas à segurança e certificação.

Além disso, superar esses obstáculos pode abrir caminho para o desenvolvimento de uma indústria de energia limpa e renovável no Brasil, com potenciais benefícios econômicos, sociais e ambientais. A diversificação da matriz energética, a criação de empregos e o estímulo à inovação tecnológica são apenas alguns dos resultados positivos que podem ser alcançados no desenvolvimento de projetos de hidrogênio sustentável.

1.3 Objetivos e metodologia

De modo geral, esta monografia pretende estudar e gerar conhecimento a partir da relação entre a transição energética sustentável, o desenvolvimento econômico e o papel do direito de viabilizar e fomentar a combinação desses dois fatores na esfera social. Com análise de caso, pode-se formular políticas energéticas eficazes que auxiliem a combater, de forma prática, o aquecimento global. O hidrogênio é uma peça-chave nesse contexto.

Como levantado por Gil (1999 *apud* Oliveira, 2011, p. 8)⁷, “o método científico é um conjunto de procedimentos intelectuais e técnicos utilizados para atingir o conhecimento. Para que seja considerado conhecimento científico, é necessária a identificação dos passos para a sua verificação, ou seja, determinar o método que possibilitou chegar ao conhecimento”. Assim, é importante esclarecer quais métodos e caminhos foram empregados para a realização desta pesquisa.

O objetivo da pesquisa será exploratório, a fim de mapear os obstáculos jurídicos ao financiamento de projetos de H2V no Brasil e trazer seus conceitos básicos, como a definição de hidrogênio e instrumentos de financiamento em energia sustentável. A partir disso, com base na literatura e em relatórios existentes, pretende-se fornecer perspectivas aos desafios identificados.

⁶GONÇALVES; CANTARINO, 2023, p. 73.

⁷OLIVEIRA, 2011, p. 8.

A abordagem metodológica escolhida foi a qualitativa. A autora conduziu uma revisão da literatura existente sobre o tema no Brasil e em outros países, tendo em vista a incipiência do assunto. Além disso, examinou a regulação existente no país e em outros países, de forma a traçar um estudo comparativo que ajude a delinear estratégias regulatórias possíveis. Por fim, enriqueceu as definições do problema de pesquisa e potenciais soluções com a realização de entrevistas com especialistas do setor de infraestrutura e energia.

2 O HIDROGÊNIO NO CONTEXTO BRASILEIRO

2.1 Conceitos básicos de hidrogênio verde e sua importância para a transição energética

O hidrogênio pode ser definido como o elemento químico mais abundante no universo e o quarto elemento mais presente na Terra. É um gás incolor, inodoro, insípido e altamente inflamável⁸. Destaca-se por sua capacidade de armazenar e fornecer uma grande quantidade de energia por unidade de massa, tornando-se um vetor de energia renovável.

Apesar de sua abundância, o hidrogênio raramente é encontrado em sua forma pura na natureza, sendo necessário isolá-lo por meio de processos que envolvem fontes secundárias de energia. Por isso, é considerado uma fonte secundária ou vetor de energia, semelhante à eletricidade. Dependendo da fonte e do processo de obtenção, o hidrogênio pode ser classificado de acordo com suas formas e características utilizando uma escala de cores que não é única e pode variar em função do país ou estudo que a elabora. A Figura 1 ilustra a classificação feita pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), em 2021.

Figura 1 – Arco-íris da classificação do hidrogênio em escala de cores

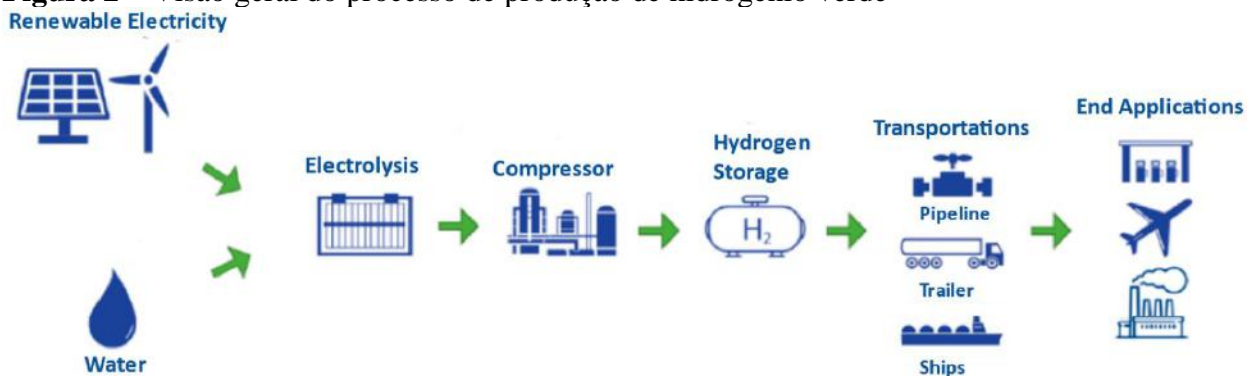
⁸GAMA GASES, c2016.

Cor	Classificação	Descrição
■	Hidrogênio preto	Produzido por gaseificação do carvão mineral (antracito), sem CCUS
■	Hidrogênio marrom	Produzido por gaseificação do carvão mineral (hulha), sem CCUS
■	Hidrogênio cinza	Produzido por reforma a vapor do gás natural, sem CCUS
■	Hidrogênio azul	Produzido por reforma a vapor do gás natural (eventualmente, também de outros combustíveis fósseis), sem CCUS
■	Hidrogênio verde	Produzido via eletrólise da água com energia de fontes renováveis (particularmente, energias eólica e solar)
■	Hidrogênio branco	Produzido por extração de hidrogênio natural ou geológico
■	Hidrogênio turquesa	Produzido por pirólise do metano, sem gerar CO ₂
■	Hidrogênio musgo	Produzido por reformas catalíticas, gaseificação de plásticos residuais ou biodigestão anaeróbica de biomassa, com ou sem CCUS
■	Hidrogênio rosa	Produzido com fonte de energia nuclear

Fonte: EPE, 2021⁹.

As rotas de hidrogênio mais utilizadas atualmente são a preta, a marrom e a cinza, em que o hidrogênio é extraído a partir de fontes fósseis emitindo dióxido de carbono (CO₂). No entanto, as rotas de hidrogênio que ganharam espaço no debate internacional são as sustentáveis, sem ou com baixa emissão de CO₂, em especial o H₂V. O processo de produção do H₂V ocorre via eletrólise da água com fontes de energia renováveis, como a eólica e as solares. A eletrólise ocorre por meio de um processo eletroquímico conduzido por dispositivos conhecidos como eletrolisadores¹⁰. Neste processo, a corrente elétrica promove o fluxo de elétrons entre os eletrodos imersos em uma solução aquosa e o que ocorre, basicamente, é a separação do hidrogênio do oxigênio na fórmula da água (H₂O). A Figura 2 apresenta os detalhes do processo de produção do H₂V.

Figura 2 – Visão geral do processo de produção de hidrogênio verde



Fonte: Jaradat *et al.* (2022)¹¹.

Outra forma de classificar o hidrogênio sem ser a partir da escala de cores é por meio do

⁹EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2021.

¹⁰CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA, 2022, p. 29.

¹¹JARADAT *et al.*, 2022, p. 11.

percentual de suas emissões de carbono. Essa forma de classificação tem ganhado defensores no debate energético, conforme trecho do relatório divulgado pela *International Energy Agency* (IEA):

Transparency on the emissions intensity of hydrogen production can bring much-needed clarity and facilitate investment. Using colours to refer to different production routes, or terms such as “sustainable”, “low-carbon” or “clean” hydrogen, obscures many different levels of potential emissions. This terminology has proved impractical as a basis for contracting decisions, deterring potential investors. By agreeing to use the emissions intensity of hydrogen production in the definition of national regulations about hydrogen, governments can facilitate market and regulatory interoperability (IEA, 2023, p. 7)¹².

No entanto, o destaque dado ao H2V ainda é evidente, em virtude de questões como certificação, demanda e capacidade de produção de energia renovável. O paper *Hydrogen for the ‘low hanging fruits’ of South America: Decarbonising hard-to-abate sectors in Brazil, Argentina, Colombia, and Chile* [Hidrogênio para os “frutos mais fáceis de alcançar” da América do Sul: Descarbonizando setores difíceis de reduzir no Brasil, Argentina, Colômbia e Chile], elaborado pelo *The Oxford Energy Institute Studies* (Instituto Oxford de Estudos de Energia), ilustra a perspectiva do Brasil na produção do H2V:

With overall understanding of the limits of electrification and the significance of hard-to-abate sectors for the national economy, Brazil is also actively exploring low-carbon hydrogen solutions to decarbonize the heavily emitting sectors of its economy, and to establish and maintain a stable revenue stream through exports. While not potentially excluding natural gas- and CCS-derived blue hydrogen, the nation is expecting to focus primarily on green H2 production due to its substantial capacity for renewable power generation. It is therefore estimated that, drawing upon its extensive and diversified renewables, Brazil has the potential to annually produce up to 120 million tonnes of green hydrogen by mid-century (Gomes *et al.*, 2021 *apud* OIES, 2024, p. 7)¹³.

¹²A transparência na intensidade das emissões da produção de hidrogênio pode trazer a clareza necessária e facilitar o investimento. Usar cores para se referir a diferentes rotas de produção, ou termos como 'sustentável', 'baixo carbono' ou 'hidrogênio limpo', obscurece muitos níveis diferentes de emissões potenciais. Essa terminologia provou ser impraticável como base para decisões contratuais, desencorajando potenciais investidores. Ao concordar em usar a intensidade das emissões da produção de hidrogênio na definição de regulamentações nacionais sobre hidrogênio, os governos podem facilitar a interoperabilidade do mercado e regulamentar (IEA, 2023b, p. 7, tradução nossa).

¹³Com uma compreensão geral dos limites da eletrificação e da importância dos setores de difícil descarbonização para a economia nacional, o Brasil também está explorando ativamente soluções de hidrogênio de baixo carbono para descarbonizar os setores altamente emissores de sua economia e estabelecer e manter um fluxo de receita estável por meio de exportações. Embora não exclua potencialmente o hidrogênio azul derivado de gás natural e CCS, a nação espera focar principalmente na produção de hidrogênio verde devido à sua capacidade substancial de geração de energia renovável. Estima-se, portanto, que, aproveitando suas extensas e diversificadas fontes renováveis, o Brasil tenha o potencial de produzir anualmente até 120 milhões de toneladas de hidrogênio verde até meados do século (Gomes *et al.*, 2021 *apud* OIES, 2024, p. 7, tradução nossa).

O H2V é considerado o “elo faltante”¹⁴ entre as energias renováveis e os setores da economia cuja descarbonização apresenta desafios significativos. Inicialmente, sua aplicação em larga escala está prevista para setores industriais que já utilizam o hidrogênio cinza e que demandam grandes quantidades de energia, como a mineração, as refinarias, a produção de aço e a produção de amoníaco. Na siderurgia, onde as emissões de CO₂ são particularmente altas, correspondendo a 7% das emissões de gás carbônico mundiais, é esperado que o hidrogênio sustentável seja um grande aliado na descarbonização¹⁵. Grandes siderúrgicas ao redor do mundo estão buscando substituir o carvão pelo H2V em seus processos de produção de aço, visando reduzir sua pegada de carbono e produzir "aço verde".

Na indústria de fertilizantes, o hidrogênio desempenha um papel crucial na produção de amônia, componente essencial na fabricação de fertilizantes. A substituição do hidrogênio convencional, usualmente cinza, para o H2V, obtido por meio de processos de eletrólise alimentados por energias renováveis, apresenta uma oportunidade significativa para mitigar as emissões de gases de efeito estufa associadas à produção de alimentos. Considerando que cerca de 80% da produção mundial de amônia é direcionada para a indústria de fertilizantes, a adoção do H2V, neste setor, tem o potencial de desempenhar um papel substancial na redução das emissões globais.

Outra grande potencial aplicação do H2V é como combustível para transportes, substituindo os combustíveis fósseis. Enquanto os automóveis de pequeno e médio porte podem ser eletrificados para reduzir suas emissões de CO₂, as baterias necessárias para alimentar grandes veículos como aviões e navios cargueiros são excessivamente pesadas. Destaca-se, em especial, o papel do H2V na produção do Combustível Sustentável de Aviação (SAF). Ele é utilizado como um insumo importante na fabricação do SAF, que pretende substituir o querosene de aviação convencional por uma alternativa mais sustentável e de menor impacto ambiental¹⁶. A produção de SAF com hidrogênio pode reduzir significativamente as emissões de carbono na aviação, contribuindo para a transição energética e a descarbonização do setor aéreo.

No entanto, é importante reconhecer que o hidrogênio, apesar de suas vantagens como

¹⁴VAN HULST, 2018.

¹⁵PACINI, 2023.

¹⁶JONES, 2024.

um combustível limpo, também apresenta desafios significativos em termos de eficiência. A produção, o armazenamento e o transporte de hidrogênio requerem tecnologias complexas e consomem grandes quantidades de energia, o que pode, em alguns casos, reduzir ou até mesmo anular os benefícios ambientais esperados. Enquanto muitos fabricantes de aviões e navios cargueiros estão explorando o potencial do H₂V para reduzir a pegada de carbono de seus combustíveis, é essencial destacar que o potencial e a eficiência do hidrogênio como combustível sustentável ainda estão sendo avaliados. Não obstante às ressalvas, o H₂V deve assumir um papel importante no contexto de uma economia limpa, substituindo ao menos o hidrogênio oriundo de rotas poluentes.

2.2 Programa Nacional do Hidrogênio (PNH2)

Em consonância com outras grandes nações, o Brasil instituiu o Programa Nacional do Hidrogênio (PNH2) e o seu Comitê Gestor (Coges-PNH2) por meio da Resolução CNPE nº 6, de 23 de junho de 2022¹⁷, com o objetivo de organizar a orientação estratégica para as ações que intentam desenvolver a economia do hidrogênio no Brasil, permitindo a harmonia com as demais fontes de nossa matriz energética. Até abril de 2024, foram publicadas 58 estratégias e roteiros nacionais para o hidrogênio¹⁸.

De acordo com o art. 3º da Resolução CNPE nº 6, de 23 de junho de 2022, o Programa tem como princípios: (i) a valorização do potencial nacional de recursos energéticos; (ii) o reconhecimento da diversidade de fontes energéticas e alternativas tecnológicas disponíveis ou potenciais; (iii) a descarbonização da economia; (iv) a valorização e incentivo ao desenvolvimento tecnológico nacional; (v) o desenvolvimento de um mercado competitivo; (vi) a busca de sinergias e articulação com outros Países; e (vii) o reconhecimento da contribuição da indústria nacional.

Já o art. 4º da Resolução supracitada estabelece os seis eixos do Programa: o (i) fortalecimento das bases científico-tecnológicas; (ii) a capacitação de recursos humanos; (iii) planejamento energético; (iv) arcabouço legal e regulatório-normativo; (v) abertura e crescimento do mercado e competitividade e (vi) a cooperação internacional.

¹⁷BRASIL, 2022b.

¹⁸CORBEAU; KASWIYANTO, 2024.

Em agosto de 2023, foi aprovado o Plano Trienal para o Hidrogênio¹⁹, compreendendo o período de 2023 a 2025. O Plano possui ações estratégicas para promover o desenvolvimento da economia do hidrogênio no Brasil. Destaca-se o fortalecimento das bases científico-tecnológicas, com a criação do Sistema Brasileiro de Laboratórios em Hidrogênio (SisH2-MCTI) e a consolidação da Iniciativa Brasileira do Hidrogênio (IBH2). Além disso, o plano incentiva o empreendedorismo e a inovação aberta em hidrogênio, incluindo apoio a startups e projetos cooperativos. A capacitação de recursos humanos é outro foco, com programas de formação de competências e promoção de intercâmbios entre setor público, privado e academia para transferência de conhecimento. No âmbito do planejamento energético, o plano prevê estudos de oferta, logística, conversão e consumo de hidrogênio, além da inclusão do hidrogênio no Balanço Energético Nacional (BEN) e desenvolvimento de bases de dados e ferramentas de modelagem.

Além disso, destaca que o aperfeiçoamento do arcabouço legal e regulatório é essencial para apoiar o desenvolvimento do hidrogênio de baixa emissão de carbono. Isso abarca a criação de códigos, normas, padrões e certificações em consonância com regras internacionais, pois há de existir uma uniformização na produção e certificação de H₂ para estimular um mercado competitivo. O plano aborda o desenvolvimento da infraestrutura necessária para produção, armazenamento e transporte de hidrogênio, além de incentivar investimentos e parcerias público-privadas.

De acordo com o plano, o desenvolvimento de hubs (polos) de hidrogênio regionais é uma prioridade que tenciona integrar a infraestrutura de produção, armazenamento e consumo, e catalisar o desenvolvimento das vocações regionais. O modelo de *blended finance* é destacado, utilizando recursos públicos, doações, fundos climáticos e investimentos privados para financiar projetos de hidrogênio. O documento também identifica volumes e custos dos recursos financeiros locais disponíveis para parcerias e cofinanciamento.

O Plano Trienal estabelece que o PNH2 e os esforços brasileiros serão focados em “hidrogênio de baixa emissão de carbono” (p. 7), sem especificar uma única rota, processo ou fonte, abrangendo, portanto, hidrogênio produzido a partir de fontes renováveis de energia. Também enfatiza as aplicações mais promissoras do hidrogênio de baixo carbono, como a

¹⁹BRASIL, 2023a.

substituição do carvão pelo hidrogênio na indústria metalúrgica e de produção de cimento, reduzindo as emissões de CO₂, os setores *hard to abate* (difícil descarbonização). Além disso, prevê a substituição do hidrogênio cinza pelo hidrogênio de baixa emissão nas refinarias, onde o hidrogênio é utilizado no hidrotreatamento dos combustíveis para atender aos requisitos ambientais, e o uso de hidrogênio de baixo carbono para a produção de novos combustíveis, como amônia e metanol, oferecendo alternativas para a descarbonização dos setores de aviação e navegação. A produção de fertilizantes com baixa intensidade de carbono associado traz a possibilidade de usar a amônia como carreador energético para o hidrogênio, abrindo novas oportunidades e sinergias. Finalmente, reforça a importância das parcerias internacionais para a troca de conhecimentos, tecnologias e melhores práticas, além da participação ativa do Brasil em iniciativas globais sobre hidrogênio e descarbonização.

Dentre as prioridades do triênio, o Comitê Gestor do PNH2 decidiu estabelecer três prioridades para o ciclo 2023 – 2025, seguindo contribuições recebidas no âmbito da consulta: (i) a definição de um marco regulatório nacional; (ii) a intensificação dos investimentos em Projetos de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) e (iii) a ampliação do acesso a financiamentos de projetos focados em hidrogênio de baixo carbono. Nesse sentido, será possível articular como as prioridades (i) e (iii) são correlatas, ou melhor, como a ausência de um marco regulatório impacta a ampliação de projetos focados em hidrogênio de baixo carbono.

De acordo com o Plano Trienal, espera-se que os investimentos públicos e publicamente orientados em hidrogênio e células a combustível no Brasil saltem dos 29 milhões de reais realizados em 2020 para 200 milhões de reais em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) até 2025, aumentando em sete vezes o valor original. Nesse sentido, deve-se analisar os instrumentos de financiamento que podem ser utilizados para alcançar as metas do Plano.

2.3 Instrumentos de financiamento de projetos de energia sustentável

Os financiamentos de projetos de energia sustentável se enquadram na definição de finanças verdes trazida por Noh (2018)²⁰. Segundo a autora, "green finance is a type of future-oriented finance that simultaneously pursues the development of financial industry,

²⁰Finanças verdes é um tipo de finanças orientadas para o futuro que busca simultaneamente o desenvolvimento da indústria financeira, a melhoria do meio ambiente e o crescimento econômico (Noh, 2018, p. 7, tradução nossa).

improvement of the environment, and economic growth”. Para Rakić e Mitić (2012)²¹, finanças verdes devem incorporar novas tecnologias, produtos financeiros, indústrias e serviços que considerem o meio ambiente, a eficiência energética e a redução das emissões de poluentes, visando um crescimento verde de baixo carbono.

Embora o financiamento público desempenhe um papel significativo no apoio ao crescimento sustentável, ele enfrenta limitações devido à enorme demanda por recursos financeiros. Nesse contexto, o envolvimento do setor privado torna-se essencial. No entanto, os mecanismos financeiros privados encontram dificuldades para investir em iniciativas verdes devido às particularidades do perfil de risco e retorno desses projetos, os quais diferem das indústrias tradicionais.

Noh (2018) também destaca a importância das finanças sustentáveis na mitigação dos danos ambientais provocados pelas mudanças climáticas resultantes das atividades humanas. Com o aumento da temperatura global, planos específicos para conter e reverter esses danos têm incorporado estratégias de financiamento como componentes essenciais de suas abordagens.

No contexto do financiamento de projetos, é importante diferenciar os conceitos de *corporate finance* e *project finance*. O *project finance* é um esquema de financiamento respaldado pelo fluxo de caixa a ser gerado pelo projeto, de forma a repassar os riscos do projeto e alocá-los à parte que está mais apta a suportá-los/gerenciá-los²². Esta abordagem é comum em projetos de grande escala e de longo prazo, como os de infraestrutura e energia, onde os riscos são mais específicos ao projeto e não à saúde financeira geral da empresa. A garantia estaria nas receitas futuras do projeto. O padrão ouro para *project finance* são os contratos de *offtake* de longo prazo e preço fixo com compradores definidos²³. Essa configuração é adequada para o desenvolvimento de projetos de H2V e foi utilizada nos primeiros leilões de hidrogênio na Europa, realizados pela Fundação H2Global e European Hydrogen Bank (Banco Europeu de Hidrogênio, tradução livre), como será analisado no presente trabalho.

Já o *corporate finance* representa uma alternativa viável para grandes empresas,

²¹RAKIĆ; MITIĆ, 2012, p. 54.

²²THE BRITISH CHAMBER OF COMMERCE AND INDUSTRY IN BRASIL, 2012, p. 249.

²³ GONÇALVES; CANTARINO, 2023, p. 69.

permitindo que utilizem suas demonstrações financeiras como garantia para obter empréstimos. No entanto, isso exige um compromisso substancial de seu patrimônio²⁴. Este tipo de financiamento é particularmente adequado para organizações com balanços robustos e a capacidade de gerenciar a responsabilidade financeira associada a empréstimos de grande escala²⁵. O patrimônio líquido das empresas serve como garantia. Empresas petrolíferas de grande porte, como a *Shell* e *British Petroleum* (BP), são exemplos de entidades que se beneficiariam desse tipo de financiamento. Assim, o melhor modelo de financiamento depende dos atores e dos riscos envolvidos no projeto²⁶.

Ao investir em um projeto de hidrogênio, existem muitos riscos a serem levados em conta em virtude da incipiência da cadeia de H₂. A Green Hydrogen Organisation listou quais seriam as principais considerações a se ter em mente ao pensar o financiamento de projetos de hidrogênio. A organização destaca a preocupação com as fontes de financiamento, com os atores envolvidos, com as questões de mercado e com o *offtake*, que envolvem a garantia de contratos de compra de longo prazo com clientes confiáveis, essenciais para a previsibilidade da receita²⁷.

Há de se destacar os riscos regulatórios envolvidos nos projetos. Sobre o assunto, Mingorance Martín (2013, p. 165)²⁸ define-os da seguinte forma:

que a expressão risco regulatória se refere geralmente ao fenômeno de intenso dinamismo e variabilidade regulamentar típico dos sectores económicos liberalizados, nem sempre desejável, mas aparentemente inevitável, dados os necessários ajustamentos regulamentares dos sectores económicos na sua transição para as regras do mercado livre.

Esses riscos regulatórios são especialmente relevantes para os projetos de H₂V, uma vez que a indústria ainda está em fase inicial de desenvolvimento e enfrenta um cenário regulatório em constante evolução. Mudanças na legislação tributária, nas regras ambientais e nas políticas energéticas podem afetar significativamente a viabilidade financeira e operacional dos projetos²⁹. Portanto, é crucial que os desenvolvedores de projetos de hidrogênio monitorem de

²⁴*Ibidem*, p. 69-70.

²⁵*Ibidem*, p. 69.

²⁶*Ibidem*, p. 69.

²⁷GREEN HYDROGEN ORGANISATION, 2022, p. 11.

²⁸MINGORANCE MARTÍN, 2013, p. 165.

²⁹GREEN HYDROGEN ORGANISATION, 2022, p. 14.

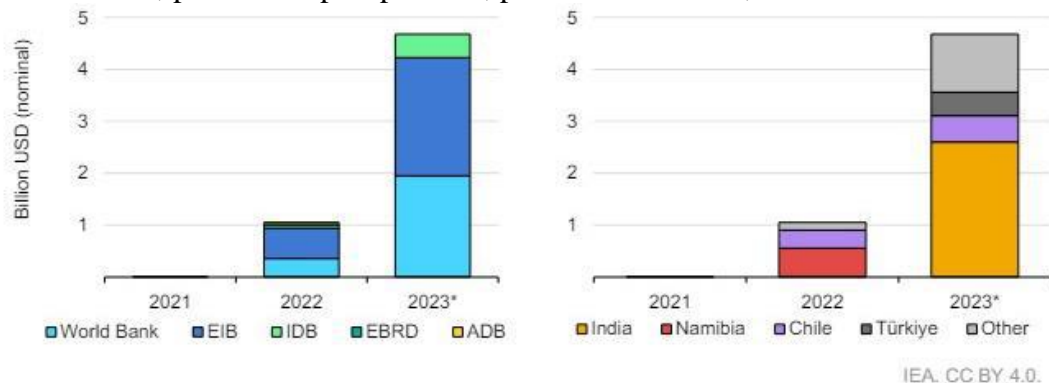
perto o ambiente regulatório e adaptem suas estratégias conforme necessário para mitigar esses riscos.

Com relação às fontes de financiamento, idealmente, os setores públicos e o privado têm de trabalhar conjuntamente para poder tirar os projetos de energias renováveis do papel, distribuir os riscos e, quem sabe, aproximar a realidade dos objetivos relativos à sustentabilidade traçados pelo Acordo de Paris e ODS da ONU.

Os bancos têm iniciado a criação de divisões de serviços ou equipes dedicadas a projetos de financiamento de energia renovável em larga escala, bem como têm adotado medidas de financiamento inovadoras para projetos de energia limpa em larga escala (Noh, 2018)³⁰. Essas iniciativas refletem o reconhecimento crescente do papel crucial do setor financeiro na promoção e viabilização de investimentos significativos em energias renováveis, contribuindo, assim, para uma matriz energética mais sustentável. A Figura 3 destaca o aumento exponencial de compromissos financeiros para o hidrogênio por parte de bancos multilaterais de desenvolvimento, a saber:

³⁰ NOH, 2018, p.11.

Figura 3 – Compromissos financeiros para o hidrogênio por parte de bancos multilaterais de desenvolvimento, por fonte e país parceiro, por ano de anúncio, 2021-2023



Notes: 2023* = year to July 2023 only; EIB = European Investment Bank; IDB = Inter-American Development Bank; EBRD = European Bank for Reconstruction and Development; ADB = Asian Development Bank; Türkiye = Republic of Türkiye.

Fonte: IEA (2023)³¹.

No Brasil, existem diversos instrumentos de financiamento de projetos de energia sustentável realizados por entes públicos ou privados. No âmbito público, podemos destacar o Fundo Clima e o Fundo Setorial de Energia. O Fundo Clima é uma iniciativa vinculada ao Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMA), criada em 2009 por meio da Lei nº 12.114, de 2009³², e é administrada pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES). Este fundo tem como objetivo principal financiar projetos estruturantes voltados para o combate e o refreamento dos efeitos das mudanças climáticas no Brasil.

Com a ampliação dos recursos por meio de uma captação de 10 bilhões de reais, em 2023, o Fundo Clima passa a focar em seis novas áreas de atuação, incluindo desenvolvimento urbano sustentável, indústria verde, mobilidade e transporte sustentáveis, transição energética, preservação de florestas nativas, entre outros. O BNDES atuará como gestor dos recursos reembolsáveis do projeto, correspondentes a 2 milhões de reais, enquanto o MMA será responsável por gerir o restante do valor de caráter não reembolsável³³.

O BNDES destaca que, na área de transição energética, os financiamentos intencionam apoiar a adoção de fontes de energia limpa, abarcando a modernização das redes de energia, incentivo à eletrificação de setores com altas emissões de GEE e outros poluentes atmosféricos, incluindo a produção de hidrogênio com fontes renováveis e a promoção do uso responsável e

³¹INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2023a, p. 136.

³²BRASIL, 2009.

³³BANCO NACIONAL DO DESENVOLVIMENTO, 2023.

eficiente da energia. Dessa forma, fica evidente que os projetos relacionados ao hidrogênio sustentável já figuram, em tese, como objeto de instrumentos de financiamento.

No setor público, em relação ao apoio de projetos de pesquisa e desenvolvimento, temos ainda o Fundo Setorial de Energia (CTEnerg) da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP)³⁴. A FINEP é uma empresa pública veiculada ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) que fomenta a tecnologia e a inovação em empresas, universidades, institutos tecnológicos e outras instituições públicas ou privadas. O fundo, em um modelo similar à Cláusula de PD&I na indústria do petróleo, tem como fonte de financiamento uma alíquota de 0,3 a 0,4% sobre o faturamento líquido das empresas concessionárias de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica. Considerando a enorme necessidade de investimento em pesquisa e desenvolvimento na nascente indústria de hidrogênio verde, conforme destacado no PNH2, a destinação dos recursos do fundo e da cláusula de PD&I para o desenvolvimento dessa cadeia é bastante oportuna.

Outro instrumento financeiro que recentemente foi utilizado e desenvolvido no BNDES, destacado também pelo programa PNH2, é o chamado *blended finance*. De acordo com a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE)³⁵, *blended finance* é a utilização estratégica de recursos financeiros para o desenvolvimento, visando mobilizar capital adicional para o desenvolvimento sustentável em países em desenvolvimento. Esse modelo em questão teria o objetivo de alavancar os financiamentos de projetos de recursos de desenvolvimento por meio da união de capitais de diferentes categorias de risco³⁶.

No modelo de *blended finance* os recursos são necessariamente variados e advêm de distintos setores. De acordo com o BNDES, geralmente incluem recursos subsidiados (com taxas abaixo do mercado ou recursos não reembolsáveis) para criar uma camada de proteção contra riscos, bem como doações para a estruturação de projetos, garantias e seguros para as fases iniciais, e treinamento e capacitação para melhorar a gestão de negócios socioambientais. Destacam-se também os investimentos de fontes advindas de agências, organismos e programas internacionais de fomento.

³⁴FUNDO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO, [2000].

³⁵THE ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT, [2021?].

³⁶PAMPLONA; LIMA, 2022.

Nesse contexto, os recursos a fundo perdido do BNDES e de instituições filantrópicas desempenham um papel crucial na alocação de riscos para os investidores. Além de viabilizar financeiramente os projetos, esses recursos ajudam a reduzir a diferença de custos entre energias poluentes e sustentáveis, proporcionando maior segurança aos empreendimentos. A participação do BNDES, uma instituição respeitada, na divisão dos riscos do projeto, sugere que o projeto é sério e possui viabilidade comprovada, aumentando a confiança dos investidores e a atratividade do projeto.

Gorini (c2020)³⁷ aborda a desconexão entre o capital privado e os projetos de desenvolvimento sustentável. O empreendedor destaca que, embora haja uma abundância de ativos financeiros globais, o problema reside na alocação desses recursos. O investidor social e presidente do conselho do grupo Anga&Din4mo enfatiza que a atual lógica de alocação de capital privado, baseada em risco, retorno e liquidez, resulta em investimentos que frequentemente não geram valor econômico, social e ambiental.

Para superar essa desconexão, Gorini propõe a adoção do *blended finance* combinando o capital concessional (filantrópico e/ou público) com o capital privado, objetivando mobilizar recursos para projetos de impacto socioambiental. Argumenta que esta abordagem não apenas torna os projetos mais atraentes para investidores comerciais, mas também equilibra a relação entre risco e retorno, facilitando a captação de investimentos necessários para atingir um desenvolvimento sustentável viável.

De acordo com o relatório *Scaling up Private Finance for Clean Energy in Emerging and Developing Economies*³⁸ (Ampliando o financiamento privado para energia limpa em economias emergentes e em desenvolvimento, em tradução livre), da IEA e da International Finance Corporation (IFC), o investimento de energia limpa nas economias emergentes precisa saltar dos 770 bilhões de dólares investidos em 2022 para 2,2-2,8 trilhões de dólares até o início da década de 2030 para que (i) se atenda à crescente demanda de energia de forma sustentável; (ii) se alcance os objetivos da ONU relacionados à energia e (iii) se aproxime dos resultados visados no acordo de Paris. Além disso, se a China for removida da equação, a necessidade de escala dos investimentos é ainda maior, aumentando em sete vezes os investimentos realizados

³⁷GORINI, c2020.

³⁸INTERNATIONAL ENERGY AGENCY; INTERNATIONAL FINANCE CORPORATION, 2023, p. 43.

em 2022: de 260 bilhões de dólares para algo entre 1,4-1,9 trilhões de dólares.

Considerando que a riqueza global totalizou aproximadamente 454,4 trilhões de dólares em 2022, conforme indicado no relatório *Global Wealth Report 2023*³⁹, da UBS, esses números ressaltam a viabilidade e a necessidade de mobilizar uma fração inferior a 1% dos ativos financeiros globais para investimentos em energia limpa. Essa redistribuição de recursos não apenas ajudaria a mitigar os impactos das mudanças climáticas, mas também promoveria um crescimento econômico sustentável e inclusivo nas economias emergentes, alinhando os objetivos financeiros com os compromissos ambientais globais. Evidencia-se que a questão não é a falta de recursos no mundo para realizar tais investimentos, e sim a alocação destes e as prioridades políticas.

António Guterres⁴⁰, Secretário Geral da ONU, também sugere o modelo de *blended finance*. Ele explica que o estímulo ao cumprimento dos ODS deve ser feito por meio de uma combinação de finanças concessional e não-concessional, de maneira a alavancar o financiamento. O Secretário destaca que é necessário reformar a arquitetura financeira internacional de modo que se viabilizem os referidos investimentos.

Em virtude dos valores vultuosos para se desenvolver uma cadeia de H2V e para que esses valores possam ser objeto do conceito de finanças sustentáveis por fomentarem um crescimento verde de baixo carbono, é necessária a articulação do setor público e, em especial, do setor privado, a fim de que tais projetos saiam do papel. Serão imperativas as soluções criativas, que envolvam distintos instrumentos financeiros, como o *blended finance* e a aplicação de recursos de PD&I, para que os projetos se concretizem e ganhem escala.

2.4 Panorama atual do mercado de hidrogênio verde no Brasil

O mercado de H2V no Brasil é incipiente. Esta é uma questão, pois o ponto de partida deve ser a consolidação de um mercado, compreendido a partir da cadeia de produção do insumo, mapeando a cadeia de geração, de transmissão, de distribuição e de comercialização do insumo. Conforme destacado por Heinen (2022)⁴¹, “de nada adianta produzir H₂ se não há

³⁹HECHLER-FAYD'HERBE; KERSLEY, 2023, p. 7.

⁴⁰GUTERRES, 2023.

⁴¹HEINEN, 2022.

quem queira produzi-lo ou quem possa consumi-lo”.

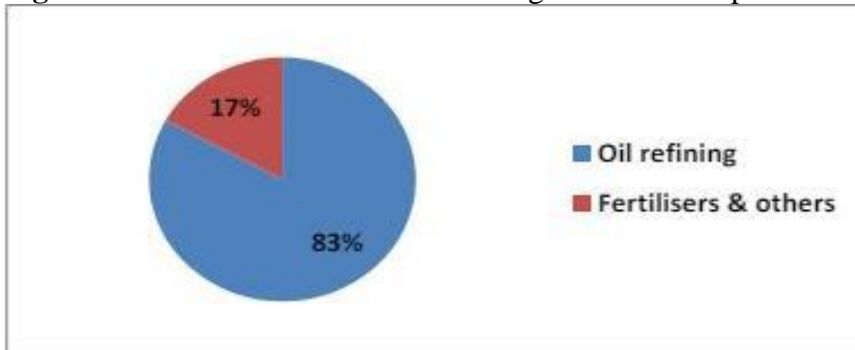
Além das indefinições, a falta de um mercado estabelecido é também um fator que gera incertezas para os investidores que necessitam de clareza sobre a viabilidade econômica e as oportunidades de retorno, em consonância com os riscos destacados relativos aos investimentos em renováveis no capítulo anterior. Existe uma tendência de se criar um mercado de H2V voltado para a exportação no Brasil, em virtude de suas vantagens econômicas e geográficas. No entanto, as primeiras aplicações mais óbvias são para que se substitua o uso do hidrogênio oriundo de fontes fósseis pelo H2V. Nesse sentido, é importante que se analise qual é o atual mercado do hidrogênio no Brasil, identificando os compradores, produtores e a produção, para que se direcionem as perspectivas locais de uso do H2V.

O mercado de hidrogênio no Brasil é altamente centralizado na Petrobras, uma vez que a empresa é a responsável por 95% da produção, utilizando principalmente a reforma a vapor do gás natural⁴², o denominado hidrogênio cinza. De acordo com relatório do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA)⁴³, a maioria das plantas de produção de hidrogênio se concentram em regiões litorâneas próximas à malha de gasodutos do Brasil e está voltada para os setores de refino e de fertilizantes⁴⁴. A Figura 4 apresenta os setores que mais consomem o hidrogênio.

⁴²GONÇALVES; CANTARINO, 2023.

⁴³OLIVEIRA, 2022, p. 11.

⁴⁴ *Ibidem*.

Figura 4 – Consumo doméstico de hidrogênio no Brasil por setor (em 2021)

Fonte: Adaptada de IEA (2022).

Nesse contexto, as aplicações que possuem o maior potencial de aplicação imediata no país são nos setores de refino, fertilizantes e na siderurgia, especialmente na produção de aço verde. No entanto, como grande parte da demanda por hidrogênio no país é da Petrobras, a empresa responsável pela maior parte das refinarias no país, parece improvável que o hidrogênio seja utilizado no refino no curto prazo. Isso se dá pelo fato de a Petrobras possuir acesso à sua produção de gás natural para produzir o hidrogênio cinza e não possuir planos imediatos de substituição⁴⁵. Logo, os setores de fertilizantes e de siderurgia são os mais prováveis consumidores de H₂V no mercado interno. Assim, é importante verificar qual o *status* e perspectivas da produção de H₂ no país.

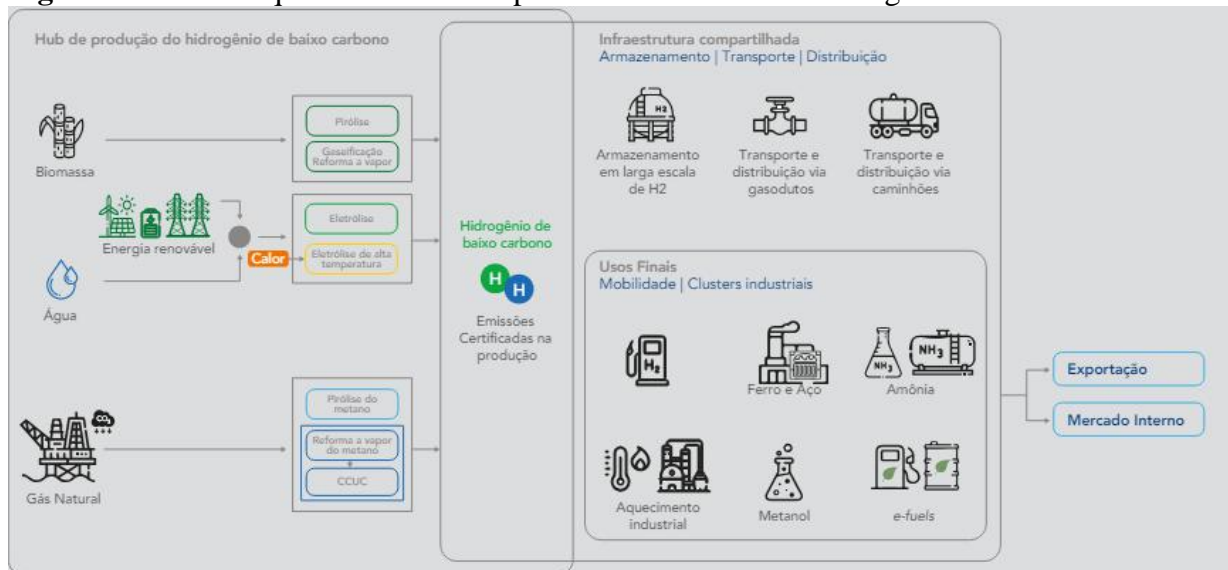
Já existem mais de 50 Memorandos de Entendimento (MoU) acerca de projetos⁴⁶, algumas plantas piloto e potenciais hubs de H₂V em desenvolvimento no país, os quais demonstram o princípio de um mercado que só poderá ser alavancado com estruturas de financiamento robustas. Os hubs de hidrogênio são regiões ou agrupamentos industriais onde se desenvolve toda a cadeia de valor do hidrogênio⁴⁷. Isso inclui desde produção, transporte, armazenamento e uso do hidrogênio até a produção de energia elétrica renovável ou outros recursos biológicos renováveis, mobilidade local, dentre outros. A Figura 5 resume a operação de um hub:

⁴⁵THE OXFORD INSTITUTE FOR ENERGY STUDIES, 2024, p. 9.

⁴⁶VIGA, 2024.

⁴⁷GONÇALVES; CANTARINO, 2023, p. 56.

Figura 5 – Visão esquemática dos componentes de um hub de hidrogênio



Fonte: Gonçalves; Catarino (2023)⁴⁸.

De acordo com Erivelto Tadeu⁴⁹, colaborador do jornal Valor Econômico, existem ao menos 15 plantas piloto de H2V ou em projeto de implantação no país. A maior parte delas fica concentrada no Ceará, próximo ao Porto do Pecém, onde fica a maior concentração de plantas de hidrogênio no país. O hub de H2V do Complexo do Pecém foi criado em 2021 por meio de uma *joint venture* entre governo do Ceará e o porto de Roterdã, o principal da Europa. Além disso, o Complexo é tido como o mais promissor do país em razão da operação logística para exportação da para EUA e Europa.

Destaca-se a vantagem de existir uma Zona de Processamento de Exportação (ZPE) dentro do Complexo do Pecém. De acordo com a Lei nº 11.508, de 20 de julho de 2007⁵⁰, as ZPE (Zonas de Processamento de Exportação) são áreas de livre comércio com o exterior, destinadas à instalação de empresas direcionadas para a produção de bens a serem comercializados no exterior, à prestação de serviços vinculados à industrialização das mercadorias a serem exportadas ou a serem comercializadas ou destinadas exclusivamente para o exterior, consideradas zonas primárias para efeito de controle aduaneiro, ou seja, essas empresas não têm de converter em reais o produto de suas exportações.

As plantas produtoras, portanto, serão instaladas na ZPE Ceará, aproveitando as

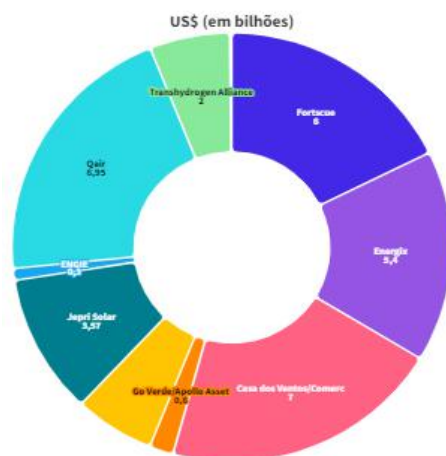
⁴⁸ GONÇALVES; CANTARINO, 2023. p. 56.

⁴⁹TADEU, 2024.

⁵⁰BRASIL, 2007b, p. 2.

vantagens administrativas, cambiais e tributárias, e utilizarão a rede de gás do Complexo que liga o porto à área industrial. Essas plantas, situadas a apenas seis quilômetros do Porto do Pecém, também terão acesso a um terminal de armazenamento completo para amônia, que será incluída na produção. A distribuição será feita pelo Porto do Pecém, que já possui uma infraestrutura completa para o transporte desses produtos⁵¹. Este é um projeto sinérgico para o desenvolvimento de negócios, pois a produção, transporte e armazenamento do H₂ estão estruturados em uma curta distância. Em dezembro de 2023, o governo do Ceará divulgou que já existiam 35 MoU sobre projetos, com potenciais aportes de até 34 bilhões de dólares em investimentos de H2V⁵². A Figura 6 apresenta um gráfico com a relação do dimensionamento dos investimentos e as empresas anunciadas.

Figura 6 – Projetos de hidrogênio verde no Ceará com dimensionamentos anunciados



Fonte: SDE/Governo do Estado do Ceará.

O quesito sinergia é destacado como fulcral por alguns especialistas, a exemplo do *Boston Consulting Group* em seu relatório *Building the Green Hydrogen Economy* (Construindo a Economia Verde do Hidrogênio)⁵³, de 2023. Muitas vezes, os investidores ambicionam investir em um portfólio de projetos, o que barateia e facilita o desempenho dos elos da cadeia. Idealmente, as hubs de H2V visam integrar a geração de energia renovável, a produção do hidrogênio e sua aplicação na indústria, no refino, ou a exportação na forma de amônia e metanol⁵⁴, ou seja, produção, consumo e exportação no mesmo lugar.

Já o Porto do Açú, localizado no município de São João da Barra (RJ), é um promissor

⁵¹LEITE, 2022.

⁵²COELHO, 2023.

⁵³SCHMUNDT *et al.*, 2023.

⁵⁴MACHADO, 2023.

hub e apresenta propósito distinto do Pecém, uma vez que seu enfoque é mais doméstico. Pretende atrair, inicialmente, indústrias siderúrgicas e a produção de amônia para fertilizantes por meio de uma grande oferta de hidrogênio de baixo carbono⁵⁵. Um dos projetos do hub é fruto de uma parceria entre as empresas Prumo Logística e Shell Brasil. A planta piloto terá capacidade de 10 megawatts (MW), com a energia utilizada para eletrólise oriunda do Sistema Interligado Nacional. De acordo com as empresas, em um primeiro momento, a planta poderá produzir 100 MW de H₂V, chegando até 3.700 MW em sua capacidade máxima produtiva. O hidrogênio poderá ser convertido em metanol, para servir de combustível para embarcações locais, ou amônia, garantindo a produção de fertilizantes verdes. Já a energia renovável que o abastecerá virá de projetos solares ou eólicos offshore das próprias empresas.

A empresa Prumo Logística afirmou que a planta piloto possui caráter de projeto de pesquisa e visa auxiliar na realização de testes de descarbonização para impulsionar essa indústria no país⁵⁶. Os recursos para a construção da unidade provêm da cláusula de Pesquisa, Desenvolvimento & Inovação (PD&I) da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP). Essa cláusula determina a aplicação 1% da receita bruta da produção em projetos que promovam a pesquisa e a adoção de novas tecnologias no setor de energia.

Outro complexo industrial portuário é o de Suape, localizado no estado de Pernambuco. Ele atende a várias indústrias com potencial para desenvolvimento em projetos de H₂, como indústrias de gases industriais, petroquímica, de geração de energia elétrica e de materiais de construção. Além disso, o Porto Suape possuirá uma *TechHub* com o objetivo de desenvolver tecnologias relacionadas à cadeia de H₂ e garantir que plantas piloto possam ser desenvolvidas. Após atingirem a maturidade e passarem por análise de viabilidade técnica, poderão ser aplicadas em grande escala em outros lugares⁵⁷. O centro de testagem funcionará como uma incubadora de projetos tecnológicos.

Apesar do surgimento dos hubs, ainda não está claro quantos projetos e MoU irão evoluir para a concretização dos investimentos e do desenvolvimento da cadeia. Existem iniciativas interessantes; no entanto, permanece a incerteza quanto à delimitação dos agentes da cadeia de H₂. Conforme discutido, o PNH2 traz a meta de aumentar os investimentos para 200 milhões

⁵⁵GONÇALVES; CANTARINO, 2023, p. 81.

⁵⁶FONSECA, c2021.

⁵⁷TADEU, 2024.

de reais anuais, visando a criação de plantas pilotos de H2V até 2025. No entanto, alguns *players* da indústria apontam que a maioria das plantas piloto não costumam amadurecer e que os investimentos deveriam ser realizados de forma a viabilizar os projetos de larga escala⁵⁸.

Ademais, um ponto imprescindível para o desenvolvimento de um mercado é encontrar empresas dispostas a comprar H2V. Essa questão ainda é um obstáculo por conta dos altos custos do H2V em relação ao hidrogênio cinza, pelo menos três vezes maior, vide quadro feito pela empresa de consultoria *Bloomberg* na Figura 7.

Figura 7 – Conhecendo a paleta de cores do hidrogênio

Color	Definition	Average production cost in 2023
Gray	Produced from natural gas without abatement	\$2.13 per kilogram
Blue	Produced from natural gas with carbon capture	3.10
Green	Produced from water electrolysis using renewable electricity	6.40

Fonte: BloombergNEF (2023)⁵⁹.

A expectativa é que com a produção em larga escala, o H2V se torne mais competitivo, a ponto de ser alavancado por eventuais subsídios ou pacotes de incentivos que o governo venha a aprovar. Com uma abordagem integrada e de apoio adequado, o H2V pode desempenhar um papel significativo na transição energética do Brasil e no cumprimento de metas ambientais globais.

O Brasil não pode perder a janela de oportunidade global do hidrogênio. Deve se posicionar mundialmente como pioneiro na produção H₂, justamente por sua abundância de recursos e potencial produção do H2V mais barato do mundo, conforme ressalta o artigo “Hidrogênio Verde: uma oportunidade de geração de riqueza com sustentabilidade, para o Brasil e o mundo”⁶⁰. Nesse sentido, devem-se identificar os obstáculos regulatórios ao desenvolvimento da cadeia de hidrogênio e modelos de incentivos traçados por outros países, a fim de viabilizar a cadeia de produção.

⁵⁸THE OXFORD INSTITUTE FOR ENERGY STUDIES, 2024, p. 13.

⁵⁹SHELLING, 2023.

⁶⁰GURLIT *et al.*, 2021.

3 LACUNA REGULATÓRIA E A EMERGÊNCIA DO MARCO LEGAL

3.1 Lacuna regulatória

O conceito de regulação é abrangente. Existem definições doutrinárias acerca do que consiste o ato de regular. Renomados juristas da área não fornecem uma definição fechada, conforme explicação de Justen Filho (2002, p. 16)⁶¹:

Diz Sergio Fois “isso a que se quer aludir falando de regulação, afigura-se como fenômeno jurídico dificilmente enquadrável nas três tradicionais funções públicas...”. O autor italiano diagnostica que a utilização do vocábulo "regulation" revela a referência a funções governamentais que não se identificam nem com uma função normativa em sentido próprio, nem com função verdadeiramente jurisdicional, nem com atuação administrativa em sentido restrito. É, antes, uma espécie de governo de setor.

Carlos Ari Sundfeld (2014, p. 113)⁶² é o que mais se aproxima de uma definição:

Não há conceito jurídico exato de regulação pública, ideia de contornos relativamente incertos e flutuantes, inclusive na legislação. Mas, em geral, no âmbito jurídico essa expressão tem servido para designar o conjunto das intervenções estatais, principalmente sobre os agentes econômicos, e, portanto, o conjunto de condicionamentos jurídicos a que essas intervenções se sujeitam e de mecanismos jurídicos que essas intervenções geram.

Dessas definições, pode-se extrair que o marco regulatório, elencado como uma das prioridades para o desenvolvimento do setor de hidrogênio, representaria arcabouço de normas e diretrizes que orientam a atuação do Estado na regulação pública e condicionam o funcionamento do setor de hidrogênio a partir das intervenções normativas do Estado.

Conforme previamente ressaltado, a ausência de um marco regulatório é um obstáculo aos potenciais financiamentos de projetos de hidrogênio no país. A falta da definição jurídica para as regras acerca da produção, do comércio, do transporte e da exportação do hidrogênio representa uma barreira significativa para os investimentos e para o desenvolvimento desse setor estratégico. É importante que o futuro marco inclua a criação de códigos, normas, padrões e certificações que estejam em consonância com as regras internacionais, promovendo a uniformização na produção e certificação do hidrogênio para estimular um mercado

⁶¹JUSTEN FILHO, 2002, p. 16.

⁶²SUNDFELD, 2014, p. 113.

competitivo.

O plano regulatório também deve abordar a necessidade de desenvolvimento da infraestrutura necessária para a produção, o armazenamento e o transporte do hidrogênio, além de incentivar investimentos e parcerias público-privadas e instrumentos como o *blended finance*, de forma consoante com o disposto no Plano de Trabalho Trienal do PNH2⁶³. Esses elementos são essenciais para garantir a viabilidade econômica e técnica do hidrogênio como uma fonte de energia limpa e sustentável, de forma a posicionar o Brasil como um líder global na transição energética.

Um dos pontos-chave acerca do futuro marco legal é a delegação de competências a respeito de quem caberá regular cada elo da cadeia. Para isso, há de se entender que a produção de hidrogênio depende de dois principais insumos, em quantidades abundantes, para ser produzido por meio da eletrólise: a água e a energia elétrica. No Brasil, cabe à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) implementar e coordenar a gestão compartilhada e integrada dos recursos hídricos e regular o acesso à água, promovendo o seu uso sustentável em benefício da atual e das futuras gerações. Já a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) é responsável por regular o setor elétrico. Espera-se, então, que a ANA e ANEEL figurem como agências reguladoras nos limites de suas competências.

Atualmente, a ANP é a responsável por regular o hidrogênio produzido a partir de fontes fósseis. Apesar de o H2V requerer uma regulamentação nova, é esperado que a ANP seja uma das agências reguladoras da cadeia em virtude de seu conhecimento no setor, envolvendo transporte e distribuição. Há de esperar para ver qual projeto de lei sobre hidrogênio será aprovado; no entanto, fica evidente, em razão da complexidade dos setores envolvidos, que diferentes agências sejam responsáveis por participar da regulação do hidrogênio. A regulação conjunta já é uma possibilidade prevista no artigo 29, caput, da Lei nº 13.848, de 25 de junho de 2019⁶⁴, mais conhecida como Lei das Agências Reguladoras:

Art. 29 - No exercício de suas competências definidas em lei, duas ou mais agências reguladoras poderão editar atos normativos conjuntos dispondo sobre matéria cuja disciplina envolva agentes econômicos sujeitos a mais de uma regulação setorial.

⁶³BRASIL, 2023a.

⁶⁴BRASIL, 2019, p. 1.

É importante destacar que a definição das agências responsáveis por regular os elos da cadeia do H2V é um primeiro passo na estruturação legal da atividade, pois, posteriormente à delegação de competências, as agências (ANP, ANA e ANEEL) terão de complementar o escopo normativo com regulamentação própria e poderão ser responsáveis por dirimir conflitos, conforme ensina Mendes (2000, p. 118)⁶⁵:

A uma agência reguladora cabe não apenas operacionalizar a regulação contida em lei (normativa), através da competência que lhe é outorgada para fiscalizar e aplicar sanções, mas também complementar tal corpo normativo com regulamentos próprios, além de possuir competência para também dirimir conflitos. Este é o amplo leque de competências diferentes que possui. Ao se falar em regulação, portanto, especialmente quanto às agências reguladoras que vêm sendo criadas, tenha-se em mente que constitui um termo extremamente abrangente, incluindo modalidades e intensidades distintas da manifestação do poder de autoridade.

Assim, verifica-se que a aprovação de um marco legal não é apenas o primeiro passo para a realização dos financiamentos em larga escala com lastro de segurança jurídica, mas é o primeiro passo do próprio processo regulatório. Após a aprovação de algum ou alguns dos projetos de lei que tramitam no congresso, caberá às agências (potencialmente ANP, ANA e ANEEL) emitir novas normas regulamentares para que se detalhe os critérios aos quais os consumidores, exportadores e compradores deverão se ater.

Serão analisados os projetos de lei mais relevantes sobre o assunto que estão em análise no Congresso Nacional.

3.2 Projetos de Lei existentes no Congresso Nacional

3.2.1 Projeto de Lei nº 2.308, de 2023

O Projeto de Lei nº 2.308, de 2023 ⁶⁶ apresentado pela Câmara dos Deputados institui o marco legal do hidrogênio de baixa emissão de carbono no Brasil. Ele adereça questões primárias, como as definições de termos técnicos, as competências das agências reguladoras, os incentivos para a indústria e o impacto potencial na sustentabilidade ambiental do país.

⁶⁵MENDES, 2000, 118.

⁶⁶BRASIL, 2023d.

Em primeiro lugar, o Projeto de Lei (PL) define os termos essenciais relacionados ao hidrogênio de baixa emissão de carbono no artigo 4º. Entre esses conceitos-chave destacam-se o "hidrogênio de baixa emissão de carbono", que é o hidrogênio produzido com emissões de gases de efeito estufa (GEE) iguais ou inferiores a 4 kgCO₂eq/kgH₂ (inciso XII), e o "hidrogênio renovável", obtido a partir de fontes renováveis como solar, eólica, hidráulica, biomassa, entre outras (inciso XIII). Já o hidrogênio verde é definido como o produzido por eletrólise da água, a partir de fontes de energia eólica e solar. (inciso XIV definido pela Emenda nº 17 – CEHV⁶⁷).

Além disso, o PL instituiu a Política Nacional do Hidrogênio de Baixa Emissão de Carbono, descrita no artigo 2º, que será orientada por princípios como a neutralidade tecnológica, a competitividade e a sustentabilidade. Os objetivos estão destacados no art. 3º do PL e incluem: incentivar a produção e o uso de hidrogênio de baixa emissão de carbono; promover o desenvolvimento sustentável e a descarbonização da matriz energética; proteger o meio ambiente e mitigar as emissões de GEE e; aumentar a competitividade do Brasil no mercado internacional de hidrogênio.

No tocante às agências reguladoras e suas competências, o art. 11, § 1º, designa a ANP como a principal responsável pela regulação, autorização e fiscalização das atividades relacionadas à produção e ao uso do hidrogênio de baixa emissão de carbono. A ANP será responsável por regular e autorizar a produção, o armazenamento, o transporte e a comercialização de hidrogênio nos termos do art. 13, estabelecer padrões de qualidade e segurança conforme previsão do art. 18, bem como será responsável por fiscalizar o cumprimento das normas e aplicar sanções, quando necessário.

Outras agências reguladoras também terão papel relevante, dependendo das fontes de energia utilizadas no processo de produção do hidrogênio, garantindo uma coordenação efetiva entre os diferentes setores envolvidos nos termos do art. 11, § 2º, em consonância com o disposto no art. 29 da Lei das Agências Reguladoras. No caso do H₂V, conforme já destacado, possivelmente as agências envolvidas serão a ANEEL e a ANA.

⁶⁷ BRASIL, 2024.

Uma inovação importante do projeto é o "*sandbox* regulatório" (art. 12), que permite a criação de ambientes regulatórios controlados para testar novas tecnologias e processos no setor de hidrogênio. Este arranjo possibilitará que o órgão regulador adote soluções individuais para atender às disposições da lei até que seja editada uma regulação específica, facilitando a inovação e a adaptação regulatória rápida às mudanças tecnológicas.

Este sistema prevê a emissão de certificados por empresas certificadoras credenciadas, baseados na intensidade de emissões de GEE ao longo do ciclo de vida do hidrogênio produzido (art. 22). A adesão ao SBCH2 é voluntária, mas as regras e governança do sistema são de cumprimento obrigatório para os agentes econômicos da cadeia de valor do hidrogênio que desejam emitir certificação para o hidrogênio ou seus derivados (art. 15, §3º).

A estrutura do SBCH2 diferencia a autoridade competente – responsável por estabelecer diretrizes de políticas públicas relacionadas à certificação do hidrogênio (art. 17) – da autoridade reguladora – que supervisiona o SBCH2, bem como define regulamentos, padrões e requisitos mínimos para o processo de certificação (art. 18). Já a instituição acreditadora é encarregada de credenciar as empresas certificadoras e auditar os certificados emitidos (art. 19), enquanto a gestora dos registros administra a base de dados nacional de registros de certificados de hidrogênio, garantindo a transparência e a autenticidade desses certificados (art. 21).

A certificação do hidrogênio produzido no Brasil adotará a intensidade de emissões de GEE como atributo, baseada na análise do ciclo de vida (art. 22). Os certificados de hidrogênio deverão resguardar a integralidade ambiental e evitar a dupla contagem das emissões (art. 22, parágrafo único). Já os selos de enquadramento poderão ser emitidos conforme critérios estabelecidos em regulamento (art. 23). A certificação terá como referência o Padrão Brasileiro para Certificação do Hidrogênio (PBCH2), que incluirá, entre outros, o modelo de cadeia de custódia, o escopo das emissões de GEE, a fronteira do sistema de certificação e os critérios para suspensão e cancelamento dos certificados (art. 24).

O PL institui alguns instrumentos de incentivos para fomentar a indústria do hidrogênio de baixa emissão de carbono. Um dos principais incentivos é o Regime Especial de Incentivos para a Produção de Hidrogênio de Baixa Emissão de Carbono (Rehidro), previsto no art. 26 do referido PL, que visa promover o desenvolvimento tecnológico e industrial, a competitividade e a agregação de valor nas cadeias produtivas nacionais. Empresas que aderirem ao Rehidro

terão benefícios fiscais e creditícios, desde que cumpram requisitos de investimentos mínimos em pesquisa e desenvolvimento (art. 26, §2º, II e Emenda nº 3 – CEHV⁶⁸).

Além disso, a instituição do Programa de Desenvolvimento do Hidrogênio de Baixa Emissão de Carbono (PHBC) objetiva constituir uma fonte de recursos para a transição energética, financiando projetos que utilizem hidrogênio de baixa emissão de carbono, e intenta promover a cooperação entre os setores público e privado (art. 30).

Os recursos do PHBC serão provenientes de várias fontes, incluindo dotações da lei orçamentária anual da União e créditos adicionais, acordos e convênios com órgãos públicos em todos os níveis, doações de entidades nacionais e internacionais, empréstimos de instituições financeiras, reversão de saldos anuais não aplicados, percentuais de lucros excedentes das agências financeiras oficiais de fomento, resultados de aplicações financeiras, recursos extraordinários previstos na lei, e outros recursos definidos por lei (Art. 31 e Emenda nº 19 – CEHV⁶⁹). Ademais, a Emenda nº 6 proposta pelo CEHV⁷⁰ do projeto previu que serão priorizados os projetos que (i) prevejam a menor intensidade de emissões de GEE do hidrogênio produzido ou consumido; e (ii) possuam maior potencial de adensamento da cadeia de valor nacional. Essa abordagem assegura que os créditos disponibilizados pelo programa sejam empregados de maneira estratégica para promover práticas de produção mais sustentáveis e um desenvolvimento econômico mais integrado e robusto dentro do país.

O PL, caso seja aprovado, acrescentará um inciso ao art. 3º da Lei nº 9.427, de 26 de dezembro de 1996⁷¹, que instituiu a ANEEL e disciplina o setor de energia elétrica, de forma a prever a colaboração entre ANEEL e ANP para autorizar que empresas ou consórcios constituídos sob as leis brasileiras, com sede e administração no Brasil, realizem a produção de hidrogênio utilizando energia elétrica para eletrólise, dentro dos limites estabelecidos em regulamentos. Ademais, altera a Lei nº 9.478, de 6 de agosto de 1997⁷², que dispõe sobre a política energética nacional e criou a ANP e o Conselho Nacional de Política Energética (CNPE). O dispositivo delega a competência regulatória sobre os principais aspectos da cadeia do hidrogênio à ANP.

⁶⁸ BRASIL, 2024.

⁶⁹ BRASIL, 2024

⁷⁰ BRASIL, 2024.

⁷¹BRASIL, 1996.

⁷²BRASIL, 1997b.

Ademais, o art. 37 acrescido pela Emenda nº 20 do CEHV altera alguns pontos da nº 11.508, de 20 de julho de 2007 que trata sobre as ZPEs. Dentre as principais modificações está a criação de ZPEs por decreto, com áreas que podem ser descontínuas e/ou expandidas, conforme propostas de Estados, Municípios ou entes privados. Especificamente, o § 7º do Art. 2º estabelece que as áreas expandidas são destinadas à produção de insumos e à estrutura de armazenamento exclusivamente para a produção de hidrogênio de baixa emissão de carbono e renovável.

O Art. 3º, no § 8º, prioriza a análise de empreendimentos de hidrogênio de baixa emissão de carbono. Já o Art. 6º-A, no § 8º, prevê a suspensão de impostos e tributos para a venda ou importação de materiais de construção utilizados em obras de infraestrutura destinadas a projetos de hidrogênio de baixa emissão de carbono e renovável, incluindo estruturas de armazenamento. O § 9º do mesmo artigo estabelece que essa suspensão se aplica quando inexistem equivalentes nacionais para os materiais em questão. Já o Art. 6º-B, no § 4º, classifica os insumos utilizados na produção de hidrogênio de baixa emissão de carbono e renovável, incluindo energia elétrica, água, vapor de água, gás natural e outros previstos em regulamento, como matérias-primas para fins de suspensão da exigência de impostos e tributos.

A Emenda nº 11⁷³ ao PL aprovada também estabelece crédito fiscal de CSLL, relativo às operações de compra e venda de hidrogênio verde, com limite anual de R\$ 1,7 bilhão em 2028, R\$ 2,9 bi em 2029, R\$ 4,2 bi em 2030, R\$ 4,5 bi em 2031 e R\$ 5 bi em 2032 (somando R\$ 18.300 bi em crédito).

Ao permitir a criação de áreas expandidas e descontínuas especificamente para a produção de hidrogênio, e ao priorizar e isentar de impostos os projetos relacionados, a legislação cria um ambiente favorável para atrair investimentos e desenvolver essa tecnologia. Isso pode posicionar o Brasil como um líder na produção de hidrogênio verde, alinhando-se aos esforços globais para a redução das emissões de carbono e a promoção da sustentabilidade ambiental. Além disso, ao isentar impostos sobre materiais de construção e insumos necessários para a produção de hidrogênio, o governo facilita a implementação de infraestrutura necessária para esse setor, promovendo o crescimento econômico e a inovação tecnológica no país.

⁷³ BRASIL, 2024.

Destaca-se, finalmente, que o PL nº 2.038 de 2023 está em tramitação e ainda poderá sofrer emendas. O Senado aprovou o PL nº 2.038 de 2023 no dia 19 de junho de 2024, mas, como o projeto sofreu alterações, ele retornará à Câmara dos Deputados.

3.2.2 Projeto de Lei nº 5.816, de 2023, apensado ao PL-5751/2023

O Projeto de Lei nº 5.816, de 2023⁷⁴, apresentado em 28 de dezembro de 2023, estabelece um marco regulatório para a promoção e o desenvolvimento da indústria de hidrogênio de baixo carbono no Brasil. Destaca-se que o referido PL foi apensado ao PL 5751/2023 que possui um texto idêntico ao PL 2308/2023. Este projeto busca a transição energética, alinhada com os compromissos ambientais e econômicos do país.

Entre as principais criações do PL está o Comitê Gestor do Setor de Hidrogênio de Baixo Carbono (CGHBC), que será responsável por estabelecer parâmetros para a execução da política de incentivo ao hidrogênio de baixo carbono; apreciar recursos relativos à habilitação de projetos e ao regime tributário aplicável e coordenar as ações do PHBC. O CGHBC também terá a competência de estabelecer diretrizes para a certificação de origem do hidrogênio de baixo carbono, nos termos do art. 6º, inciso VI.

O PL define que as atividades de produção de hidrogênio de baixo carbono deverão ser autorizadas e sistematizadas por diferentes órgãos reguladores, conforme o tipo de hidrogênio. A ANP será responsável pela produção de hidrogênio de baixo carbono a partir de fontes fósseis, enquanto a ANEEL regulará a produção de H2V (art. 9º, §§1º e 2º).

Além disso, o PL prevê também o "*sandbox* regulatório" para permitir a criação de ambientes controlados para testar novas tecnologias e processos no setor de hidrogênio, facilitando a inovação e a adaptação rápida às mudanças tecnológicas (art. 12).

O art. 13 do PL referenciado especifica que os incentivos tributários previstos na lei, bem como aqueles estabelecidos na Lei nº 11.508, de 2007⁷⁵, não podem ser aplicados

⁷⁴BRASIL, 2023f.

⁷⁵BRASIL, 2007.

cumulativamente com outros incentivos de regimes especiais para a indústria de hidrogênio de baixo carbono. Nesse sentido, o artigo busca evitar a sobreposição de benefícios e pretende assegurar uma distribuição equitativa dos incentivos fiscais. De forma complementar, o art. 14 altera a Lei nº 11.488, de 2007⁷⁶ para incluir projetos de hidrogênio de baixo carbono e H2V no PHBC, permitindo que se beneficiem do Regime Especial de Incentivos para o Desenvolvimento da Infraestrutura (Reidi).

Ademais, o art. 20 estabelece que o PHBC pode conceder subvenções econômicas na comercialização de insumos usados para a produção de hidrogênio de baixo carbono, tanto para consumo interno quanto para exportação. As empresas beneficiárias são aquelas autorizadas a produzir hidrogênio e que solicitaram a certificação conforme a lei, incentivando a adesão ao processo regulatório e de certificação.

Já o art. 22 altera a Lei nº 12.431, de 2011⁷⁷ para incluir a emissão de debêntures incentivadas por sociedades de propósito específico para projetos de hidrogênio de baixo carbono e H2V. Os rendimentos auferidos por pessoas físicas ou jurídicas terão alíquotas de imposto de renda reduzidas, tornando os investimentos em hidrogênio mais atraentes do ponto de vista fiscal.

Por último, o art. 31 permite que o processo de certificação de ativos de carbono gerados pela indústria de hidrogênio de baixo carbono receba subsídios dos recursos do PHBC. Isso incentiva a participação da indústria em mercados voluntários de carbono e sistemas de comércio de emissões, promovendo a criação de um mercado robusto e sustentável de ativos de carbono no Brasil.

3.2.3 Projeto de Lei do Ministério de Minas e Energia

Existe também o Projeto de Lei⁷⁸ que foi apresentado pelo MME em novembro de 2023, elaborado pelo Comitê Gestor do Programa Nacional do Hidrogênio (Coges-PNH2), responsável também pela elaboração do PNH2. O PL em como objetivos promover a expansão adequada da produção e do uso do hidrogênio de baixa emissão de carbono na matriz energética

⁷⁶BRASIL, 2007a.

⁷⁷BRASIL, 2011.

⁷⁸BRASIL, 2023c.

nacional; contribuir com previsibilidade para a participação competitiva deste hidrogênio nos mercados de combustíveis e insumos industriais, tanto para consumo interno quanto para exportação e; ajudar no cumprimento dos compromissos do Brasil no âmbito do Acordo de Paris, nos termos de seu art. 1º.

Os fundamentos da lei previstos no art. 2º reconhecem a contribuição do hidrogênio de baixa emissão de carbono para a segurança energética, a preservação ambiental, o desenvolvimento econômico e a inclusão social na transição energética do país. Além disso, a lei promove a livre concorrência no mercado de hidrogênio, a mitigação das emissões de GEE em setores de difícil abatimento, o desenvolvimento da cadeia industrial do hidrogênio de baixa emissão de carbono, e a modernização da indústria nacional para maximizar a participação no fornecimento de bens e serviços necessários para a expansão da cadeia de valor do hidrogênio. A cooperação internacional ampla também é destacada para acelerar o desenvolvimento da economia do hidrogênio no Brasil (art. 2º).

Um dos principais instrumentos estabelecidos pela lei é o Sistema Brasileiro de Certificação de Hidrogênio (SBCH2), também previsto no Projeto de Lei nº 2308 de 2023 de forma praticamente idêntica. Este sistema prevê a emissão de certificados por empresas certificadoras credenciadas, baseados na intensidade de emissões de GEE ao longo do ciclo de vida do hidrogênio produzido (art. 6º).

O PL também estabelece nos artigos 18 e 19 que os direitos de exploração e produção de hidrogênio natural em território nacional pertencem à União, sendo administrados pela ANP, que regula, autoriza e fiscaliza essas atividades.

Ademais, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) deverá expedir resolução contendo os critérios e procedimentos para o licenciamento ambiental de empreendimentos de exploração, produção, transporte, armazenamento e estocagem de hidrogênio, conforme disposto no art. 20. Os empreendimentos que dependem de outorga de recursos hídricos deverão seguir os comandos legais estabelecidos pelo art. 21 da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997⁷⁹

3.2.4 Projeto de Lei nº 725, de 2022

⁷⁹BRASIL, 1997a.

O Projeto de Lei nº 725⁸⁰, de 2022, proposto pelo Senador Jean Paul Prates, busca disciplinar a inserção do hidrogênio como fonte de energia no Brasil e estabelecer parâmetros de incentivo ao uso do hidrogênio sustentável. O projeto contém cinco artigos principais.

O art. 1º estabelece mecanismos para a inserção do hidrogênio no setor energético nacional, define parâmetros para incentivar o uso do hidrogênio sustentável e diferencia o hidrogênio sustentável. Por sua vez, o art. 2º modifica a Lei nº 9.478, de 6 de agosto de 1997, introduzindo o hidrogênio como vetor energético na política energética nacional, definindo-o como hidrogênio sustentável, e atribuindo à ANP a responsabilidade de regular e fiscalizar as atividades da cadeia do hidrogênio.

O art. 3º altera a Lei nº 9.847, de 26 de outubro de 1999, incluindo matérias relacionadas ao hidrogênio na fiscalização das atividades relativas ao abastecimento nacional de combustíveis. Já art. 4º estabelece percentuais mínimos obrigatórios de adição de hidrogênio no gás natural em gasodutos de transporte, com metas de 5% a partir de 2032 e 10% a partir de 2050, além de requisitos de proporção mínima de hidrogênio sustentável. O art. 5º define que a lei entra em vigor na data de sua publicação.

O parecer da Comissão de Meio Ambiente (CMA), que consiste na Emenda nº 1 – CMA (Substitutivo), relatado pelo Senador Veneziano Vital do Rêgo⁸¹, faz algumas observações e propõe alterações ao projeto de lei inicial. Entre as alterações propostas está a definição de "hidrogênio sustentável" como "hidrogênio sustentável de baixo carbono" para reforçar a competitividade entre as rotas tecnológicas e a característica de uso do hidrogênio como alternativa para a redução de emissões de GEE. Além disso, propõe a exclusão do art. 4º do PL original, para aguardar estudos que possam estabelecer marcos para a mistura de hidrogênio no gás natural, equilibrando ganhos e impactos na infraestrutura de gás natural.

⁸⁰BRASIL, 2022a.

⁸¹ BRASIL, 2023.

3.3 Comparação entre os Projetos de Lei para a criação do Marco Legal

Critério	PL nº 2.308, de 2023	PL nº 5816, de 2023	Projeto de Lei do MME	PL nº 725, de 2022
Competência Regulatória	ANP é a principal agência reguladora, com possível envolvimento da ANEEL e ANA para o H2V (Art. 11, §§1º 2º)	ANP e ANEEL dividem responsabilidades conforme o tipo de hidrogênio (art. 9º) Criação do CGHBC para coordenar a política de hidrogênio	Compete à ANP regular, autorizar e fiscalizar o exercício da atividade de exploração e de produção do hidrogênio natural em território nacional (art. 18 e 19)	ANP regula e fiscaliza a cadeia do hidrogênio (art. 1º e 2º)
Definição do Hidrogênio	Define "hidrogênio de baixa emissão de carbono", "hidrogênio renovável" e "hidrogênio verde" (art. 4º)	Define diferentes tipos de hidrogênio e inclui a sustentabilidade ao longo do ciclo de vida (art. 4º e 6º) Inclui definição de H2V	Define "hidrogênio de baixa emissão de carbono"	Define "hidrogênio sustentável de baixo carbono" (art. 1º)
Incentivos	Rehidro (art. 26), PHBC (Art. 30), possibilidade de debêntures incentivadas para beneficiários do Rehidro (art. 29), Créditos fiscais pela CSLL (art. 33)	Adequação dos projetos de H2 ao Reidi (art. 14), PHBC, subvenção econômica (art. 20), possibilidade de emissão de debêntures incentivadas (art. 22), comercialização de excedentes de geração de energia elétrica por meio de leilões competitivos (art. 15).	Não institui novos incentivos. Traz genericamente que os recursos oriundos de PD&I, de incentivos às zonas industriais e de programas de pesquisas específicos são instrumentos da lei.	Não detalha subsídios
Certificação	SBCH2, com base na intensidade de emissões de GEE (art. 22º)	O CGHBC será responsável por definir diretrizes para a certificação de origem do hidrogênio de baixo carbono e seus derivados, e o Poder Executivo Federal será responsável por certificá-lo	SBCH2 detalhado, com base na intensidade de emissões de GEE (art. 6º)	Aborda a certificação dentro do contexto de regulação pela ANP (art. 2º)

Tabela 1 – Análise Comparativa dos Projetos de Lei

Fonte: Elaborada pela autora (2024)

A Tabela 1 resume comparativamente os PLs em relação a quatro pontos fundamentais: (i) competência regulatória; (ii) definição do hidrogênio; (iii) incentivos definidos e (iv) critérios para certificação. A ANP figura como a principal agência regulatória para o hidrogênio

com baixa emissão de carbono ou sustentável. No entanto, no caso do PL nº 5.816, de 2023, a agência responsável por regular a produção de H2V seria a ANEEL.

As definições de hidrogênio variam conforme o PL, predominando a predileção pelos termos “hidrogênio sustentável” ou “hidrogênio de baixa emissão de carbono” em vez de versarem sobre rotas ou cores. Os projetos de lei que definem especificamente H2V são o nº 5.816, de 2023, como “hidrogênio combustível ou insumo industrial coletado ou obtido a partir de fontes renováveis, incluindo solar, eólica, hidráulica, biomassa, biogás, biometano, gases de aterro, geotérmica e outras a serem definidas pelo poder público” e o nº 2.308, de 2023 como o produzido por eletrólise da água, a partir de fontes de energia eólica e solar.

O PL nº 5.816, de 2023 também possui a definição de incentivos mais abrangentes. Prevê (i) incentivos tributários; (ii) inclusão de projetos de hidrogênio de baixo carbono e H2V no PHBC, permitindo que esses projetos se beneficiem do Reidi; (iii) subvenção econômica na comercialização de insumos utilizados para a produção de hidrogênio de baixo carbono; (iv) comercialização de excedentes de geração de energia elétrica por meio de leilões competitivos, destinados à produção de hidrogênio, incentivando o uso de fontes renováveis e; (v) inclusão da possibilidade de emissão de debêntures incentivadas por sociedades de propósito específico para projetos de hidrogênio de baixo carbono e H2V, dentre outros. Outro ponto interessante é a previsão de que os incentivos para a produção de hidrogênio tratados pelo aludido PL deverão ser gradativamente destinados ao H2V, ou seja, apesar de também regular hidrogênio de baixo carbono, a ideia é que, em longo prazo, os investimentos sejam voltados apenas ao H2V.

O Projeto de Lei nº 2.308, de 2023, também define uma série de incentivos para a produção e comercialização de hidrogênio de baixa emissão de carbono. Prevê (i) a suspensão de PIS/Pasep e Cofins por cinco anos para a compra de matérias-primas, produtos intermediários, embalagens, estoques e materiais de construção; (ii) inclusão de empresas beneficiadas pelo Rehidro no Regime Especial de Incentivos para o Desenvolvimento da Infraestrutura (Reidi), permitindo que esses projetos se beneficiem dos incentivos destinados a setores de transportes, portos, energia, saneamento básico e irrigação; (iii) concessão de crédito fiscal pela Contribuição Social sobre o Lucro Líquido (CSLL) sobre operações de compra e venda de hidrogênio de baixa emissão e seus derivados; (iv) possibilidade de emissão de debêntures incentivadas por empresas beneficiadas pelo Rehidro, com tributação menor; e (v) financiamento e apoio à pesquisa e desenvolvimento através do Programa de Desenvolvimento

do Hidrogênio de Baixa Emissão de Carbono (PHBC), que visa ser uma fonte de recursos para a transição energética. Além disso, o projeto inclui incentivos à infraestrutura necessária para a produção, armazenamento e distribuição de hidrogênio, promovendo a inovação tecnológica e o desenvolvimento econômico sustentável. Outro ponto relevante é a exigência de uso de um percentual mínimo de bens e serviços de origem nacional no processo produtivo, que pode incentivar a indústria local e a criação de empregos. Conforme salientado, os Projetos de Lei nº 725 de 2022 e o Projeto de Lei do MME não criam incentivos.

O Projeto de Lei nº 2.308/2023 e o Projeto de Lei do Ministério de Minas e Energia (MME) propõem a criação do mesmo sistema de certificação, o Sistema Brasileiro de Certificação de Hidrogênio (SBCH2). Apesar dessa semelhança, não encontrei evidências de que um projeto foi apensado ao outro ou se houve orientação do MME ao Senado sobre o sistema de certificação. Já o Projeto de Lei nº 5.816/2023 atribui ao Comitê Gestor do Setor de Hidrogênio de Baixo Carbono (CGHBC) a responsabilidade de definir diretrizes para a certificação. Por outro lado, o Projeto de Lei do MME detalha a governança e os critérios para a emissão de certificados do SBCH2. Por fim, o Projeto de Lei nº 725/2022 menciona a certificação no contexto da regulação pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP).

A análise dos textos dos projetos de lei revela que os Projetos de Lei nº 5.816/2023 e nº 2.308/2023 são os que mais se dedicam à questão dos incentivos para o hidrogênio verde (H2V). A aprovação de ambos facilitaria o financiamento de projetos de H2V devido à diversidade de incentivos disponibilizados. Além disso, tendo em vista a quantidade de projetos de leis existentes sobre o assunto, é interessante que o trabalho da Câmara dos Deputados do Senado seja harmonizado, a fim de evitar uma dupla regulação do setor.

4 MELHORES PRÁTICAS INTERNACIONAIS

A viabilidade econômica e a expansão do H2V dependem fortemente de políticas públicas eficazes e de modelos de incentivos que possam atrair investimentos e promover o desenvolvimento tecnológico necessário.

Os projetos de H2V, devido à incipiência da indústria, requerem uma maior gestão de riscos. Na alocação de riscos, sempre existirá um conflito, e esses riscos devem ser alocados para a parte que tem a melhor condição de gerenciá-los. Conforme Nóbrega (2020, p. 138)⁸², os riscos devem ser alocados de forma a considerar a capacidade de cada parte de tomar decisões e de (i) influenciar o correspondente fator de risco; (ii) influenciar a sensibilidade do valor total do projeto em relação ao risco – prevendo ou respondendo esse valor de risco e; (iii) absorver o risco.

Um dos desafios elementares no mercado de hidrogênio é a falta de *offtakers* (compradores garantidos). A maioria das plantas piloto de hidrogênio ainda não possui um mercado comprador definido, o que aumenta significativamente o risco dos projetos. Sem a garantia de demanda para o hidrogênio produzido, a alocação eficiente de riscos torna-se ainda mais crucial. Neste contexto, a pergunta central é: como podemos incentivar um mercado tão incipiente?

A União Europeia e os Estados Unidos têm implementado práticas inovadoras para fomentar o crescimento da indústria do H2V, estabelecendo um ambiente favorável para investimentos e desenvolvimento. Este capítulo explorará os modelos de incentivo implementados em diferentes países, destacando as estratégias que têm se mostrado eficazes para promover a indústria do H2V. A análise dessas práticas internacionais poderá fornecer uma base para a proposição de políticas públicas no Brasil, visando a consolidação do H2V como uma alternativa viável e competitiva na matriz energética nacional no médio prazo.

4.1. Modelo europeu de incentivos

⁸²NÓBREGA, 2020.

Uma estratégia de incentivos interessante que a União Europeia adota é o chamado *Contract for Difference* ou Contrato por Diferença (CfD). Um Contrato por Diferença de Hidrogênio (CfD de Hidrogênio) é um mecanismo financeiro projetado para incentivar a produção e o uso de hidrogênio como fonte de energia limpa. Este tipo de contrato funciona de forma semelhante ao CfD para a energia renovável, onde é estabelecido um "preço de exercício" (*strike price*) para o hidrogênio. Se o preço de mercado do hidrogênio estiver abaixo desse preço de exercício, o governo ou a contraparte do CfD paga ao produtor de hidrogênio a diferença para cobrir os custos de produção e assegurar a viabilidade econômica do projeto.

Essa estratégia foi adotada principalmente em leilões por parte das entidades European Hydrogen Bank, instrumento financeiro que visa contribuir com o desenvolvimento de uma cadeia de hidrogênio na Europa e consequente produção em larga escala do produto e da H2Global, mecanismo de suporte financeiro para a promoção do crescimento do mercado internacional de H2V e de seus derivados.

O leilão do European Hydrogen Bank foi realizado em abril de 2024 e concedeu cerca de 720 milhões de euros para sete projetos diferentes na Europa, distintamente da Espanha, de Portugal, da Noruega e da Finlândia⁸³. Destaca-se também que os projetos não poderão receber outros tipos de auxílios dos Estados-membros, a fim de garantir condições isonômicas⁸⁴. O leilão recebeu um total de 132 propostas e, nesse sentido, o vice-presidente executivo do Pacto Ecológico Europeu, Maroš Šefčovič, afirmou que “o alto número de proposta denota a confiança do mercado nascente de hidrogênio renovável – e que seriam sinais encorajadores para o futuro dessa importante tecnologia de zero emissões líquidas”⁸⁵.

Os vencedores irão produzir o hidrogênio renovável e irão receber o subsídio para cobrir a diferença entre os custos de produção e o preço de mercado do hidrogênio oriundo de fontes fósseis. Em conjunto, os projetos visam produzir 1,58 milhões de toneladas de hidrogênio renovável ao longo de dez anos, evitando mais de 10 milhões de toneladas de emissões de CO₂.

Sobre os próximos passos, os projetos escolhidos iniciarão a preparação de seus contratos de subvenção individuais com a Agência Executiva Europeia para o Clima, Infraestrutura e

⁸³JOWETT, 2024.

⁸⁴EU [...], 2023.

⁸⁵JOWETT, 2024.

Meio Ambiente (CINEA). A previsão é que esses contratos sejam assinados até, no máximo, novembro de 2024.

Como condição, o leilão estabeleceu que os projetos aprovados terão um prazo máximo de cinco anos, a partir da assinatura do contrato de subvenção, para começar a produzir hidrogênio renovável. Eles receberão a subvenção fixa premiada por um período de até 10 anos, desde que a produção de hidrogênio renovável seja certificada e verificada. A tendência é que após o prazo de concessão de subsídios, o hidrogênio esteja sendo produzido em larga escala e já tenha adquirido competitividade.

Outro ponto interessante é o mecanismo de *Auction-as-a-Service* (AaaS) apresentado no leilão do European Hydrogen Bank. O AaaS permite que os projetos classificados no leilão, porém que não foram selecionados para receber o apoio do Innovation Fund, possam receber apoio de financiamento do governo do seu país de origem. Os projetos elegíveis que atendem aos critérios do leilão, mas que não foram premiados, são colocados em uma lista de reserva e podem ser contatados caso um projeto premiado desista do acordo de concessão.

A adesão ao AaaS é voluntária tanto por parte dos Estados-membros quanto dos projetos participantes do leilão, que devem demonstrar interesse em receber esses incentivos alternativos. De acordo com o Banco, esse mecanismo intenciona evitar a fragmentação e a segmentação do mercado, além de reduzir a burocracia, proporcionando um conjunto único de regras e facilitando a implementação de subsídios de forma mais eficiente e competitiva⁸⁶. A Alemanha disponibilizou cerca de 350 milhões de euros para apoiar projetos de hidrogênio renovável por meio desse mecanismo – os beneficiários ainda não foram anunciados.

O leilão da Fundação H2Global possui mecanismo um pouco diferente. A instituição privada sem fins lucrativos foi criada pelo Ministério Federal Alemão para Assuntos Econômicos e Ação Climática ("BMWK") e é patrocinada por 65 doadores, incluindo empresas como Total Energies e Shell. O leilão realizado tem como objetivos fomentar e incentivar a escala da produção de derivados de hidrogênio por países de fora da União Europeia, destinados ao mercado europeu⁸⁷. A fundação também criou a subsidiária Hydrogen Intermediary Network

⁸⁶EUROPEAN COMMISSION, 2023, p. 2.

⁸⁷SIFFERT; ROCHA, 2023, p. 8.

Company (HintCo)⁸⁸, empresa que atuará como *trader* (intermediária), para garantir a equalização dos preços.

Em primeiro lugar, tem como objeto a compra de derivados de H2V, como a amônia verde, o metanol verde e o SAF. O mecanismo utilizado ocorre da seguinte forma: a empresa intermediária Hintco compra H2V de produtores necessariamente internacionais por meio de contratos de longo prazo (dez anos), chamados de Hydrogen Power Agreement (HPA), e vende esses produtos no mercado europeu por meio de contratos de curto prazo (um ano), chamados de Hydrogen Supply Agreement (HSA)⁸⁹.

O leilão foi lançado em dezembro de 2022 e os resultados devem ser divulgados ainda no primeiro semestre de 2024⁹⁰. Os incentivos que inicialmente seriam de 900 milhões de euros, tiveram seu valor aumentado para 6 bilhões de euros em junho de 2023⁹¹. De acordo com o relatório divulgado pelo IPEA, iniciativas brasileiras são competitivas perante esse modelo de mecanismo em virtude da alta disponibilidade de renováveis e das condições de certificação de energia elétrica. Elas atendem aos critérios estipulados como (i) a origem da sua geração; (ii) ao princípio da adicionalidade; (iii) à correlação temporal; e (iv) à correlação geográfica. Destaca-se a necessidade de estabelecer contratos de compra de derivados de hidrogênio de longo prazo para permitir o financiamento dos projetos na modalidade de *project finance*. Conforme discorrem Siefert e Rocha (2023, p. 24)⁹², esse modelo aumenta a atratividade dos investimentos privados na cadeia produtiva do H2V, viabilizando o modelo de negócios a ser desenvolvido. No mesmo sentido, a garantia dos contratos de suprimento e de certificação também mitigam os riscos envolvidos.

O mecanismo do leilão e as regras envolvidas inerentemente movimentam a cadeia de valor do hidrogênio renovável, bem como melhoram a qualidade do risco do crédito em virtude da prestação de colaterais e constituição de contras centralizadoras⁹³. Nesse sentido, resta claro que a instituição de mecanismos como os leilões e os Contratos por Diferença são estratégias que devem ser observadas pelo Brasil, tanto para participar dos leilões como era possível no

⁸⁸SIFFERT; ROCHA, 2023. p. 5.

⁸⁹*Ibidem*, p. 11.

⁹⁰PARKES, 2023.

⁹¹PARKES, 2023.

⁹²SIFFERT; ROCHA, 2023. p. 24.

⁹³*Ibidem*, p. 24.

caso da H²Global, quanto para que se desenvolvam mecanismos similares no país, visando reduzir os riscos dos investimentos.

A subvenção econômica prevista nos projetos de lei para o marco legal do H₂ pode fornecer o suporte financeiro necessário para viabilizar esses leilões. A subvenção econômica, ao equalizar os custos de produção, se alinha aos leilões por diferença, proporcionando um ambiente mais seguro e previsível para os investidores. A garantia de um preço mínimo para a produção de hidrogênio de baixo carbono, combinada com a subvenção econômica, reduziria significativamente os riscos financeiros associados aos investimentos, tornando o setor mais atraente. Dessa forma, a aprovação de um marco legal pode criar as condições financeiras favoráveis para a implementação de leilões por diferença, a depender dos incentivos e subsídios previstos na versão final do texto.

4.2 Modelo americano de incentivos

O Inflation Reduction Act (IRA)⁹⁴, dispositivo legal sancionado em 2022, instituiu uma série de benefícios financeiros para a produção de hidrogênio e dos combustíveis a base de hidrogênio produzidos a partir de energia renovável.

O incentivo que merece o maior destaque é o Clean Hydrogen Production Tax Credit (Crédito Fiscal de Produção de Hidrogênio Limpo, tradução livre). Ele está estabelecido na seção 45V. O crédito garante incentivos financeiros aos produtores e o valor base do crédito é de 60 centavos de dólar por quilograma de hidrogênio produzido, ajustado pela inflação. O crédito pode ser multiplicado por uma porcentagem com base nas emissões de GEE ao longo do ciclo de vida do hidrogênio produzido, com a porcentagem variando de 20% a 100%. Além disso, os projetos podem receber até cinco vezes o valor base do crédito se atenderem a certos requisitos trabalhistas. O crédito está disponível para o hidrogênio produzido após 31 de dezembro de 2022, em instalações colocadas em serviço antes de 1º de janeiro de 2033, e se aplica aos primeiros 10 anos de produção.

Em complemento ao Clean Hydrogen Production Tax Credit, existem outros incentivos que as partes interessadas envolvidas em projetos de produção de hidrogênio, investimentos ou

⁹⁴CLEAN ENERGY INNOVATION AND IMPLEMENTATION, 2023.

fabricação de equipamentos associados podem reivindicar. A regulamentação desses incentivos ainda não foi feita; no entanto, o IRA sugere que alguns desses incentivos podem ser combinados de modo a incrementar a viabilidade financeira do projeto⁹⁵. O exemplo dado (IRA) é o desenvolvedor de projeto que produz hidrogênio usando eletricidade de fontes renováveis ou nucleares. É possível, neste caso, reivindicar o crédito fiscal de produção de hidrogênio e a eletricidade limpa também pode se qualificar para créditos fiscais de produção ou investimento. Já em outros casos, o produtor deverá reivindicar um incentivo ou outro.

As seções 48 e 48E do IRA estabelecem um crédito fiscal para investimento em energia renovável (48) ou eletricidade limpa (48E) de até 6% do investimento qualificado. Já a seção 48C estabelece crédito fiscal para investimentos em projetos de energia avançada com o valor base de até 10 bilhões de dólares de alocações para investimentos em projetos de energia avançada. Em um outro mecanismo de incentivo, em outubro de 2023, o governo americano anunciou 7 bilhões de dólares em investimentos para o desenvolvimento de sete hubs nos EUA.

Os investimentos já estavam previstos na Lei Bipartidária de Infraestrutura nos EUA e as projeções apontam para a captação de mais 40 bilhões de dólares em investimento do setor privado⁹⁶. Deste montante, dois terços estariam associados à produção de H₂V⁹⁷. Os hubs escolhidos iniciarão uma cadeia nacional de produtores, consumidores e infraestrutura conectiva de hidrogênio limpo, enquanto apoiam a produção, o armazenamento, a entrega e o uso final do hidrogênio limpo. Essa abordagem desperta interesse, pois a geografia brasileira guarda mais semelhança com a dos EUA do que com a da Europa. Com o tamanho do país, é coerente que se adote uma estratégia “Pró-Hubs”, como já é previsto no Plano Trienal do PNH2.

4.3 Taxonomia sustentável

Inicialmente, o termo taxonomia pode causar estranhamento aos juristas, justamente por ser oriundo das ciências, mais especificamente da botânica. O cientista sueco Carl Linnaeus (1707-1778) é tido como o pai da taxonomia por ter desenvolvido uma metodologia que permite sistematizar a nomenclatura e a classificação utilizadas até hoje para organizar os seres vivos.

⁹⁵INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2023a, p. 154.

⁹⁶BIDEN-HARRIS [...], 2023.

⁹⁷EUA [...], 2023.

A taxonomia verde ou sustentável é uma métrica que classifica, de maneira nítida, objetiva e com base científica, atividades, ativos e/ou categorias de projetos que contribuem para objetivos climáticos, ambientais e/ou sociais, por meio de critérios específicos de modo a servir como um instrumento central para mobilizar e redirecionar os fluxos de capitais para os investimentos necessários para o enfrentamento à crise climática⁹⁸. Em uma década em que o movimento *Environmental, Social & Governance* (ESG), que corresponde às práticas ambientais, sociais e de governança de uma organização, surge como uma máxima das empresas, a taxonomia sustentável surge como uma ferramenta contra o *greenwashing* (banho verde).

O *greenwashing* pode ser definido como um método de divulgações sobre as práticas ambientais e/ou sustentáveis de uma empresa que não correspondem à realidade por serem falsas ou enganosas, com o objetivo de se apresentarem ao público (consumidores ou acionistas) como ambientalmente responsáveis – este processo leva à desinformação acerca do real processo produtivo de uma empresa⁹⁹. Nesse sentido, a taxonomia sustentável pode ser uma ferramenta contra esse método de divulgação de práticas ambientais enganosas.

Com a implementação de uma classificação regulamentada, confiável e objetiva para atividades ou práticas sustentáveis, os investimentos serão orientados de forma eficaz. Assim, empresas que anteriormente recorriam a táticas de *greenwashing* para mascarar seus reais impactos ambientais serão coibidas de continuar com essas práticas, pois não estarão em conformidade com as métricas estabelecidas.

No cenário internacional, os países estão desenvolvendo suas taxonomias sustentáveis em virtude de suas conjunturas de atividades particulares. Assim, até o fim de 2023, mais de 17 taxonomias já haviam sido implementadas e 18 estavam em desenvolvimento no mundo¹⁰⁰. Existe o receio de que se construa uma “selva” de taxonomias internacionais, fragmentadas, na medida em que não conversem entre si; por exemplo, uma empresa ter sua atividade taxada como sustentável em um país e em outro não¹⁰¹.

⁹⁸BRASIL, 2023b, p. 12.

⁹⁹DONATTI, c2024.

¹⁰⁰SOUZA, 2023.

¹⁰¹THÜR, 2022.

Em 2021, citando caso análogo, a Plataforma Internacional de Finanças Sustentáveis (IPSF) lançou uma tabela comparativa entre as taxonomias existentes na UE e na China, chamada de *Common Ground* (Base Comum). Como esse projeto é desenvolvido por dois expoentes em financiamento sustentável, especialistas projetam que o modelo europeu, por exemplo, pode servir de guia para outros países formularem seus próprios padrões e, que, no longo prazo, existe uma fortuita unificação das taxonomias nacionais, como apontado pelo jornalista José Alberto Gonçalves Pereira¹⁰². Assim, é importante analisar o status do Brasil em relação à elaboração de sua própria taxonomia.

Em setembro de 2023, o Ministério da Fazenda divulgou o plano de ação relativo à definição de uma Taxonomia Sustentável Brasileira. Em primeiro lugar, tem como objetivos principais: (i) mobilizar e reorientar investimentos públicos e privados para atividades sustentáveis; (ii) promover o avanço tecnológico voltado à sustentabilidade e; (iii) criar bases para informações confiáveis sobre fluxos financeiros sustentáveis¹⁰³.

Entre os objetivos ambientais e climáticos, destacam-se a mitigação das mudanças climáticas, a adaptação às mudanças climáticas, a proteção e a restauração da biodiversidade, o uso sustentável do solo e das florestas, o uso sustentável e a proteção de recursos hídricos e marinhos, a transição para uma economia circular e a prevenção e controle de contaminação¹⁰⁴. Já no âmbito econômico-social, os objetivos incluem a geração de trabalho decente e a elevação da renda, a redução de desigualdades socioeconômicas e regionais e a promoção da qualidade de vida e do acesso aos serviços sociais básicos.

O documento destaca a importância de alinhar investimentos com os compromissos internacionais, como a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, o Acordo de Paris sobre o Clima, os ODS, bem como outras convenções do qual o Brasil é signatário. O plano também ressalta que existem outras iniciativas nacionais de sistematização das finanças sustentáveis, como a Taxonomia Verde da Federação Brasileira de Bancos (Febraban) e o Plano Setorial para Adaptação à Mudança do Clima e Baixa Emissão de Carbono na Agropecuária (Plano ABC+)¹⁰⁵. Tais resoluções aspiram coordenar outras iniciativas que têm estabelecido

¹⁰²PEREIRA, 2023.

¹⁰³BRASIL, 2023e, p. 24.

¹⁰⁴BRASIL, 2023e, p. 21-22.

¹⁰⁵BRASIL, 2023b, p. 17.

critérios para orientar as finanças sustentáveis, tanto por parte do setor público quanto do setor privado, e direcionar a elaboração de um marco de referência de taxonomia único no plano nacional.

Nesse sentido, a inclusão do H2V como uma atividade econômica sustentável por meio da taxonomia sustentável pode atrair investimentos essenciais para o desenvolvimento dessa tecnologia, que é fundamental para a descarbonização da matriz energética brasileira. Ao considerar o H2V como uma peça-chave na transição para uma economia de baixo carbono, o Brasil pode se posicionar como líder global na produção e no uso dessa energia do futuro. A taxonomia sustentável, ao definir critérios claros e transparentes para identificar atividades econômicas sustentáveis, facilita a canalização de recursos financeiros para projetos de H2V, garantindo que os investimentos sejam direcionados às iniciativas que efetivamente sejam sustentáveis e evita o *greenwashing*.

A elaboração do plano é de suma importância para que o Brasil se junte ao grupo das nações que possuem um marco de Taxonomia Sustentável. Ademais, para que o país se destaque com o potencial ecológico, energético e biodiverso que possui, é necessário que as empresas atuantes sejam guiadas por métricas de sustentabilidade objetivas e críveis. Assim, será possível que o país se torne referência em finanças sustentáveis e em transição energética, não obstante o Brasil já ser uma referência em energia limpa.

5 CONCLUSÃO

A presente monografia abordou os desafios regulatórios e as perspectivas para o financiamento de projetos de hidrogênio verde no Brasil, destacando a crescente importância desse vetor como uma solução sustentável para a transição energética global. Ao longo do estudo, foram analisados os instrumentos de financiamento existentes, as lacunas regulatórias e os obstáculos legais que dificultam a captação de investimentos necessários para o desenvolvimento dessa tecnologia no país.

Em primeiro lugar, foi exposta a relevância do hidrogênio verde (H2V) como um vetor essencial para a descarbonização de setores industriais que tradicionalmente apresentam alta emissão de gases de efeito estufa (GEE). O Brasil, com sua matriz elétrica predominantemente renovável, possui um vasto potencial para se tornar líder na produção de H2V. No entanto, a ausência de um marco regulatório específico para o setor representa um significativo entrave para a atração de investimentos e para a estruturação de uma cadeia produtiva eficiente.

Nesse sentido, analisou-se também as possibilidades de financiamento existentes para alavancar os projetos de energia sustentável. Sendo uma indústria incipiente, será necessário investir em todas as etapas da cadeia de H2V, começando pela pesquisa e desenvolvimento (P&D). Diante dos desafios e instrumentos de financiamento existentes, o *blended finance* surge como uma solução interessante, pois viabiliza a captação de recursos mistos, oriundos do setor privado, fundos perdidos e filantropia. Além disso, existem linhas de financiamento do BNDES e de outros bancos de desenvolvimento, bem como de instituições privadas, que podem ser utilizadas para os investimentos no setor. Considerando a vultuosa necessidade de investimentos no setor, serão necessárias propostas financeiras criativas, além dos incentivos previstos no projeto de lei aprovado, para viabilizar os projetos de hidrogênio verde.

Ademais, ao examinar o mercado, conclui-se que as principais indústrias internas que figuram como potenciais compradoras de H2V são as de fertilizantes e siderúrgica. Constatou-se que os *hubs* de H2V já estão em desenvolvimento e que a sinergia deve orientar esses projetos, permitindo que a produção, venda e exportação ocorram em locais próximos, reduzindo custos e viabilizando os projetos e respectivos financiamentos. É vantajoso que esses

hubs sejam preferencialmente localizados em Zonas de Processamento de Exportação (ZPEs), que possuem legislação e incentivos específicos, beneficiando assim as plantas piloto já existentes no país.

Além disso, identificaram-se os principais desafios regulatórios, incluindo a necessidade de definição clara das competências das agências reguladoras, a criação de normas e padrões técnicos, e o estabelecimento de incentivos fiscais e financeiros que tornem os projetos de hidrogênio verde atrativos para investidores nacionais e internacionais. Os projetos de lei que visam estabelecer o importante marco legal do hidrogênio também foram analisados.

Observou-se que agências reguladoras, como a ANP, terão um papel central na regulação do setor, estabelecendo normas e procedimentos para a produção, transporte e comercialização do hidrogênio. A ANEEL e, eventualmente, a ANA, também desempenharão papéis importantes na formulação de políticas e regulamentações que promovam o desenvolvimento das tecnologias e infraestruturas necessárias para o hidrogênio verde.

Quantos aos estímulos financeiros, destaca-se que os Projetos de Lei nº 2.308 de 2023 e nº 5.816 de 2023 instituem uma gama de incentivos necessários ao desenvolvimento da cadeia de hidrogênio verde. Além disso, a criação de um sistema robusto de certificação, como o SBCH2, proposto no Projeto de Lei nº 2.308 de 2023 e no Projeto de Lei do MME, é essencial para garantir a qualidade e a sustentabilidade do hidrogênio produzido no Brasil. Sem esses padrões, o hidrogênio verde brasileiro pode enfrentar dificuldades para acessar mercados internacionais, limitando suas oportunidades de exportação. Com um marco regulatório abrangente, o Brasil poderá proporcionar segurança jurídica aos investidores e instituições financeiras, permitindo que se destravem os projetos de hidrogênio verde.

Já a análise dos modelos de estímulo econômicos europeus e norte-americanos demonstrou que a articulação entre agentes públicos e privados é crucial para o sucesso dos projetos de H2V. Instrumentos financeiros inovadores, como o já destacado *blended finance* e os Contratos por Diferença (*CfD*), são importantes para mitigar riscos e viabilizar economicamente os projetos. Além disso, a realização de leilões de H2V na Europa pode servir como inspiração para o Brasil, resguardadas as particularidades de cada contexto. Os incentivos fiscais estabelecidos nos EUA, bem como sua política “pró-hubs”, destacada também no PNH2,

são relevantes para a estratégia brasileiro do hidrogênio. Por fim, adoção de uma taxonomia sustentável que oriente a classificação e certificação do hidrogênio produzido também é uma medida importante para assegurar a transparência e a confiabilidade do mercado.

Conclui-se que a colaboração entre governo, setor privado e instituições de pesquisa será fundamental para superar os desafios e transformar o hidrogênio verde em uma realidade no cenário energético nacional e global. Superar os obstáculos jurídicos e regulatórios identificados nesta monografia permitirá que o país contribua para a mitigação das mudanças climáticas e promova o desenvolvimento econômico sustentável, em consonância com o Acordo de Paris. Como disse Antoine de Saint-Exupéry, "Quanto ao futuro, não se trata de prevê-lo, mas de torná-lo possível." Assim, é imperativo que se adotem ações concretas e inovadoras para materializar o potencial do hidrogênio verde no Brasil.

REFERÊNCIAS

ASSESSORIA DE COMUNICAÇÃO SOCIAL. **Matriz Energética e Elétrica**. Brasília, DF: EPE, [entre 2021 e 2022]. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>. Acesso em: 24 maio 2024.

BANCO NACIONAL DO DESENVOLVIMENTO. **BNDES e MMA lançam Fundo Clima ampliado e com novas áreas de atuação**. Rio de Janeiro: BNDES, 25 ago. 2023. Disponível em: <https://encurtador.com.br/fKvWB>. Acesso em: 15 abr. 2024.

BIDEN-Harris Administration Announces \$7 Billion For America's First Clean Hydrogen Hubs, Driving Clean Manufacturing and Delivering New Economic Opportunities Nationwide. **Energy.Gov**, Washington, DC, Oct. 13, 2023. Disponível em: <https://www.energy.gov/articles/biden-harris-administration-announces-7-billion-americas-first-clean-hydrogen-hubs-driving>. Acesso em: 24 maio 2024.

BRASIL, Congresso Nacional. Emenda nº 01 do CMA ao Projeto de Lei nº 725, de 2022. In: Parecer Senado Federal nº 25 de 2023. Da COMISSÃO DE MEIO AMBIENTE, sobre o Projeto de Lei nº 725, de 2022, do Senador Jean-Paul Prates, que Disciplina a inserção do hidrogênio como fonte de energia no Brasil, e estabelece parâmetros de incentivo ao uso do hidrogênio sustentável. Brasília: **Congresso Nacional**, 2023. Disponível em: <https://legis.senado.leg.br/sdleg-getter/documento?dm=9483534&ts=1699468504706&disposition=inline&ts=1699468504706#Emenda1>. Acesso em: 29 maio 2024.

BRASIL, Congresso Nacional. Emenda nº 03 ao Projeto de Lei nº 2.308, de 2023. Brasília: **Congresso Nacional**, 2024. Disponível em: <https://legis.senado.leg.br/sdleg-getter/documento?dm=9597653&ts=1718894370669&disposition=inline&ts=1718894370669>. Acesso em: 21 jun. de 2024.

BRASIL, Congresso Nacional. Emenda nº 06 ao Projeto de Lei nº 2.308, de 2023. Brasília: **Congresso Nacional**, 2024. Disponível em: <https://legis.senado.leg.br/sdleg-getter/documento?dm=9627177&ts=1718894370716&disposition=inline&ts=1718894370716>. Acesso em: 21 jun. de 2024.

BRASIL, Congresso Nacional. Emenda nº 11 ao Projeto de Lei nº 2.308, de 2023. Brasília: **Congresso Nacional**, 2024. Disponível em: <https://legis.senado.leg.br/sdleg-getter/documento?dm=9633517&ts=1718894370770&disposition=inline&ts=1718894370770>. Acesso em: 21 jun. de 2024.

BRASIL, Congresso Nacional. Emenda nº 17 ao Projeto de Lei nº 2.308, de 2023. In: Parecer Senado Federal nº 01 de 2024. Da COMISSÃO ESPECIAL PARA DEBATE DE POLÍTICAS PÚBLICAS SOBRE HIDROGÊNIO VERDE, sobre o Projeto de Lei nº 2308, de 2023, que Institui o marco legal do hidrogênio de baixa emissão de carbono; dispõe sobre a Política Nacional do Hidrogênio de Baixa Emissão de Carbono; institui incentivos para a indústria do hidrogênio de baixa emissão de carbono; institui o Regime Especial de Incentivos para a Produção de Hidrogênio de Baixa Emissão de Carbono (Rehidro); cria o Programa de Desenvolvimento do Hidrogênio de Baixa Emissão de Carbono (PHBC); e altera as Leis nºs 9.427, de 26 de dezembro de 1996, e 9.478, de 6 de agosto de 1997. Brasília: **Congresso**

Nacional, 2024. Disponível em: <https://legis.senado.leg.br/sdleg-getter/documento?dm=9634429&ts=1718894370852&disposition=inline&ts=1718894370852#Emenda17>. Acesso em: 21 jun. 2024.

BRASIL, Congresso Nacional. Emenda nº 19 ao Projeto de Lei nº 2.308, de 2023. In: Parecer Senado Federal nº 01 de 2024. Da COMISSÃO ESPECIAL PARA DEBATE DE POLÍTICAS PÚBLICAS SOBRE HIDROGÊNIO VERDE, sobre o Projeto de Lei nº 2308, de 2023, que Institui o marco legal do hidrogênio de baixa emissão de carbono; dispõe sobre a Política Nacional do Hidrogênio de Baixa Emissão de Carbono; institui incentivos para a indústria do hidrogênio de baixa emissão de carbono; institui o Regime Especial de Incentivos para a Produção de Hidrogênio de Baixa Emissão de Carbono (Rehidro); cria o Programa de Desenvolvimento do Hidrogênio de Baixa Emissão de Carbono (PHBC); e altera as Leis nºs 9.427, de 26 de dezembro de 1996, e 9.478, de 6 de agosto de 1997. Brasília: **Congresso Nacional**, 2024. Disponível em: <https://legis.senado.leg.br/sdleg-getter/documento?dm=9634429&ts=1718894370873&disposition=inline&ts=1718894370873#Emenda19>. Acesso em: 21 jun. 2024.

BRASIL, Congresso Nacional. Emenda nº 20 ao Projeto de Lei nº 2.308, de 2023. In: Parecer Senado Federal nº 01 de 2024. Da COMISSÃO ESPECIAL PARA DEBATE DE POLÍTICAS PÚBLICAS SOBRE HIDROGÊNIO VERDE, sobre o Projeto de Lei nº 2308, de 2023, que Institui o marco legal do hidrogênio de baixa emissão de carbono; dispõe sobre a Política Nacional do Hidrogênio de Baixa Emissão de Carbono; institui incentivos para a indústria do hidrogênio de baixa emissão de carbono; institui o Regime Especial de Incentivos para a Produção de Hidrogênio de Baixa Emissão de Carbono (Rehidro); cria o Programa de Desenvolvimento do Hidrogênio de Baixa Emissão de Carbono (PHBC); e altera as Leis nºs 9.427, de 26 de dezembro de 1996, e 9.478, de 6 de agosto de 1997. Brasília: **Congresso Nacional**, 2024. Disponível em: <https://legis.senado.leg.br/sdleg-getter/documento?dm=9634429&ts=1718894370886&disposition=inline&ts=1718894370886#Emenda20>. Acesso em: 21 jun. 2024

BRASIL. Presidência da República. Lei nº 9.427, de 26 de dezembro de 1996. Institui a Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, disciplina o regime das concessões de serviços públicos de energia elétrica e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, p. 28653, 27 dez. 1996. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19427cons.htm. Acesso em: 22 maio 2024.

BRASIL. Presidência da República. Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, p. 470, 9 jan. 1997a. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm. Acesso em: 02 jun. 2024.

BRASIL. Presidência da República. Lei nº 9.478, de 6 de agosto de 1997. Dispõe sobre a política energética nacional, as atividades relativas ao monopólio do petróleo, institui o Conselho Nacional de Política Energética e a Agência Nacional do Petróleo e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, p.16925, 7 ago. 1997b. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19478.htm. Acesso em: 22 maio 2024.

BRASIL. Presidência da República. Lei nº 11.488, de 15 de junho de 2007. Cria o Regime

Especial de Incentivos para o Desenvolvimento da Infra-Estrutura - REIDI; reduz para 24 (vinte e quatro) meses o prazo mínimo para utilização dos créditos da Contribuição para o PIS/Pasep e da Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social - COFINS decorrentes da aquisição de edificações; amplia o prazo para pagamento de impostos e contribuições; altera a Medida Provisória nº 2.158-35, de 24 de agosto de 2001, e as Leis nºs 9.779, de 19 de janeiro de 1999, 8.212, de 24 de julho de 1991, 10.666, de 8 de maio de 2003, 10.637, de 30 de dezembro de 2002, 4.502, de 30 de novembro de 1964, 9.430, de 27 de dezembro de 1996, 10.426, de 24 de abril de 2002, 10.833, de 29 de dezembro de 2003, 10.892, de 13 de julho de 2004, 9.074, de 7 de julho de 1995, 9.427, de 26 de dezembro de 1996, 10.438, de 26 de abril de 2002, 10.848, de 15 de março de 2004, 10.865, de 30 de abril de 2004, 10.925, de 23 de julho de 2004, 11.196, de 21 de novembro de 2005; revoga dispositivos das Leis nºs 4.502, de 30 de novembro de 1964, 9.430, de 27 de dezembro de 1996, e do Decreto-Lei nº 1.593, de 21 de dezembro de 1977; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, p. 2, 15 jun. 2007a. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111488.htm. Acesso em: 01 de jun. 2024.

BRASIL. Presidência da República. Lei nº 11.508, de 20 de julho de 2007. Dispõe sobre o regime tributário, cambial e administrativo das Zonas de Processamento de Exportação, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, p. 2, 23 jul. 2007b. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111508.htm. Acesso em: 01 jun. 2024.

BRASIL. Presidência da República. Lei nº 12.114, de 9 de dezembro de 2009. Cria o Fundo Nacional sobre Mudança do Clima, altera os arts. 6o e 50 da Lei no 9.478, de 6 de agosto de 1997, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, p. 9, 10 dez. 2009. Disponível em: <https://legislacao.presidencia.gov.br/atos/?tipo=LEI&numero=12114&ano=2009&ato=deeEz aE1EeVpWTcce>. Acesso em: 14 abr. 2014.

BRASIL. Presidência da República. Lei nº 12.431, de 24 de junho de 2011. Dispõe sobre a incidência do imposto sobre a renda nas operações que especifica; altera as Leis nºs 11.478, de 29 de maio de 2007, 6.404, de 15 de dezembro de 1976, 9.430, de 27 de dezembro de 1996, 12.350, de 20 de dezembro de 2010, 11.196, de 21 de novembro de 2005, 8.248, de 23 de outubro de 1991, 9.648, de 27 de maio de 1998, 11.943, de 28 de maio de 2009, 9.808, de 20 de julho de 1999, 10.260, de 12 de julho de 2001, 11.096, de 13 de janeiro de 2005, 11.180, de 23 de setembro de 2005, 11.128, de 28 de junho de 2005, 11.909, de 4 de março de 2009, 11.371, de 28 de novembro de 2006, 12.249, de 11 de junho de 2010, 10.150, de 21 de dezembro de 2000, 10.312, de 27 de novembro de 2001, e 12.058, de 13 de outubro de 2009, e o Decreto-Lei nº 288, de 28 de fevereiro de 1967; institui o Regime Especial de Incentivos para o Desenvolvimento de Usinas Nucleares (Renuclear); dispõe sobre medidas tributárias relacionadas ao Plano Nacional de Banda Larga; altera a legislação relativa à isenção do Adicional ao Frete para Renovação da Marinha Mercante (AFRMM); dispõe sobre a extinção do Fundo Nacional de Desenvolvimento; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, p. 1, 27 jun. 2011. Disponível em: <https://legislacao.presidencia.gov.br/atos/?tipo=LEI&numero=12431&ano=2011&ato=8b0kX VE1UMVpWT547>. Acesso em: 01 jun. 2024.

BRASIL. Presidência da República. Lei nº 13.848, de 25 de junho de 2019. Dispõe sobre a gestão, a organização, o processo decisório e o controle social das agências reguladoras, altera a Lei nº 9.427, de 26 de dezembro de 1996, a Lei nº 9.472, de 16 de julho de 1997, a Lei nº

9.478, de 6 de agosto de 1997, a Lei nº 9.782, de 26 de janeiro de 1999, a Lei nº 9.961, de 28 de janeiro de 2000, a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, a Lei nº 9.986, de 18 de julho de 2000, a Lei nº 10.233, de 5 de junho de 2001, a Medida Provisória nº 2.228-1, de 6 de setembro de 2001, a Lei nº 11.182, de 27 de setembro de 2005, e a Lei nº 10.180, de 6 de fevereiro de 2001. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, p. 1, 26 jun. 2019. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/lei/113848.htm. Acesso em: 01 jun. 2024.

BRASIL. Senado Federal. **Projeto de Lei nº 725, de 2022**. Disciplina a inserção do hidrogênio como fonte de energia no Brasil, e estabelece parâmetros de incentivo ao uso do hidrogênio sustentável. Brasília, DF: Senado Federal, 2022a. Disponível em: <https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/152413>. Acesso em: 01 jun. 2024.

BRASIL. Presidência da República. Resolução nº 6, de 23 de junho de 2022. Institui o Programa Nacional do Hidrogênio, cria o Comitê Gestor do Programa Nacional do Hidrogênio, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, edição 147, p. 6, 4 ago. 2022b. Disponível em: https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/conselhos-e-comites/cnpe/resolucoes-do-cnpe/2022/res_cnpe-6-2022.pdf. Acesso em: 21 maio 2024.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Programa Nacional do Hidrogênio – Plano de Trabalho Trienal 2023-2025**. Brasília, DF: MME, 2023a. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/PlanodeTrabalhoTrienalPNH2.pdf>. Acesso em: 25 maio 2024.

BRASIL. **Taxonomia Sustentável Brasileira**: plano de ação para consulta pública. Brasília, DF: Secretaria de Política Econômica; Ministério da Fazenda, set. 2023b. p. 12. Disponível em: <https://www.gov.br/fazenda/pt-br/orgaos/spe/taxonomia-sustentavel-brasileira/taxonomia-sustentavel-brasileira.pdf>. Acesso em: 24 maio 2024.

BRASIL. Presidência da República. **Projeto de Lei nº, de 30 de outubro de 2023**. Institui o marco legal do hidrogênio de baixa emissão de carbono, cria o Sistema Brasileiro de Certificação de Hidrogênio, dispõe sobre a exploração e produção do hidrogênio geológico em território nacional e dá outras providências. Brasília, DF, 30 out. 2023c. Disponível em: https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/mme-apresenta-proposta-de-projeto-de-lei-do-hidrogenio-ao-2018conselhao2019/20231030.Minuta_PLHidrognio_MMECogesPNH2.pdf. Acesso em: 01 maio 2024.

BRASIL. Presidência da República. **Projeto de Lei nº 2.308, de 2023**. Institui o marco legal do hidrogênio de baixa emissão de carbono; dispõe sobre a Política Nacional do Hidrogênio de Baixa Emissão de Carbono; institui incentivos para a indústria do hidrogênio de baixa emissão de carbono; institui o Regime Especial de Incentivos para a Produção de Hidrogênio de Baixa Emissão de Carbono (Rehidro); cria o Programa de Desenvolvimento do Hidrogênio de Baixa Emissão de Carbono (PHBC); e altera as Leis nºs 9.427, de 26 de dezembro de 1996, e 9.478, de 6 de agosto de 1997. Brasília, DF, 11jun. 2023. Disponível em: <https://legis.senado.leg.br/sdleg-getter/documento?dm=9518861&ts=1718837313400&disposition=inline>. Acesso em: 01 jun. 2024

BRASIL. **Taxonomia Sustentável Brasileira: Plano de Ação**. Brasília, DF: Secretaria de Política Econômica; Ministério da Fazenda, dez. 2023e. p. 24. Disponível em: <https://www.gov.br/fazenda/pt-br/orgaos/spe/taxonomia-sustentavel-brasileira/arquivos-taxonomia/taxonomia-sustentavel-brasileira-dezembro-v2.pdf>. Acesso em: 24 maio 2024.

BRASIL. Presidência da República. **Projeto de Lei nº 5.816, de 28 de dezembro de 2023**. Dispõe sobre a indústria do hidrogênio de baixo carbono, sua estrutura e fontes de recursos e altera as Leis nºs 9.427, de 26 de dezembro de 1996, 9.478, de 6 de agosto de 1997, 10.438, de 26 de abril de 2002, 11.488, de 15 de junho de 2007, 11.508, de 20 de julho de 2007, 12.431, de 24 de junho de 2011 e 14.182, de 12 de julho de 2021. Brasília, DF, 28 dez. 2023f. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=2416789>. Acesso em: 01 jun. 2024.

CHAVES, Ana Carolina; AQUINO, Thereza; IVO, Roberto. O papel do financiamento nos projetos de H2V na União Europeia: um exemplo a ser seguido. **Agência CanalEnergia**, Rio de Janeiro, p. 1-4, 2022. p. 2. Disponível em: https://gesel.ie.ufrj.br/wp-content/uploads/2022/07/48_Chaves_2022_06_30.pdf. Acesso em: 23 maio 2024.

CLEAN ENERGY INNOVATION AND IMPLEMENTATION. **Building a clean energy economy: a guidebook to the inflation reduction act's investments in clean energy and climate action**. Washington, DC: The White House, jan. 2023. Disponível em: <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2022/12/Inflation-Reduction-Act-Guidebook.pdf>. Acesso em: 24 maio 2024.

COELHO, Ingrid. Com 35 memorandos assinados, Ceará poderá ter US\$ 34 bilhões em investimentos em H2V. **Diário do Nordeste**, Fortaleza, 6 dez. 2023. Disponível em: <https://diarionordeste.verdesmares.com.br/opiniaocolumnistas/ingrid-coelho/com-35-memorandos-assinados-ceara-podera-ter-us-34-bilhoes-em-investimentos-em-hidrogenio-verde-1.3452198>. Acesso em: 21 maio 2024.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Hidrogênio sustentável: perspectivas e potencial para a indústria brasileira**. Brasília, DF: CNI, 2022. p. 29. Disponível em: https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/e8/29/e829e13b-ba12-4a76-9fe2-a60116e76d7d/hidrogenio_sustentavel_web.pdf. Acesso em: 17 maio 2024.

CORBEAU, Anne-Sophie; KASWIYANTO, Rio Pramudita. What Do National Hydrogen Strategies Tell Us About Potential Future Trade? Center on Global Energy Policy at Columbia /SIPA, Columbia, May 2, 2024. Disponível em: <https://www.energypolicy.columbia.edu/what-do-national-hydrogen-strategies-tell-us-about-potential-future-trade/>. Acesso em: 01 maio 2024.

DONATTI, Felipe. O conceito greenwashing e os desafios na mensuração de ações sustentáveis. **Deloitte**, São Paulo, c2024. Disponível em: <https://www2.deloitte.com/br/pt/pages/about-deloitte/articles/greenwashing-desafios-mensuracao.html>. Acesso em: 26 maio 2024.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Nota Técnica “Bases para a Consolidação da Estratégia Brasileira do Hidrogênio”**. Rio de Janeiro: EPE, 2021. Disponível em: [https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dadosabertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-569/NT_Hidrogenio_rev01%20\(1\).pdf](https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dadosabertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-569/NT_Hidrogenio_rev01%20(1).pdf). Acesso em: 14 abr. 2024.

EU launches first European Hydrogen Bank auction with €800 million of subsidies. Bioenergy Insight, London, nov.24, 2023. Disponível em: <https://www.bioenergy-news.com/news/eu-launches-first-european-hydrogen-bank-auction-with-e800-million-of-subsidies/>. Acesso em: 05 maio 2024.

EUA anunciam hubs que vão receber US\$ 7 bi em incentivos para produção de hidrogênio limpo. **EPBR**, 13 out. 2023. Disponível em: <https://epbr.com.br/eua-anunciam-hubs-que-vaao-receber-us-7-bi-em-incentivos-para-producao-de-hidrogenio-limpo/#:~:text=O%20governo%20dos%20Estados%20Unidos,na%20Lei%20Bipartid%C3%A1ria%20de%20Infraestruturas>. Acesso em: 29 maio 2024.

EUROPEAN COMMISSION. Directorate-General. **Auctions-as-Service for Members States**. European Union, Bruxelas, 2023. p. 2. Disponível em: https://climate.ec.europa.eu/system/files/2023-11/policy_funding_innovation_conceptpaper_auctionsasaservice.pdf. Acesso em: 24 maio 2024.

FONSECA, Ana. Porto do Açú aposta em hidrogênio verde para garantir protagonismo no mercado mundial. **Portal Hidrogênio Verde – Aliança Brasil-Alemanha**, c2021. Disponível em: <https://encurtador.com.br/Qe7Y0>. Acesso em: 20 maio 2024.

FUNDO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO. **CT-Energia**. Rio de Janeiro: FINEP, [2000]. Disponível em: <http://www.finep.gov.br/a-finep-externo/fndct/estrutura-orcamentaria/quais-sao-os-fundos-setoriais/ct-energia>. Acesso em: 17 maio 2024.

GAMA GASES. **Propriedade dos Gases**. São Bernardo do Campo: Gama Gases, c2016. Disponível em: <http://www.gamagases.com.br/propriedades-dos-gases-hidrogenio.html#:~:text=Descri%C3%A7%C3%A3o,e ntre%20150%20e%20200%20bar>. Acesso em: 30 maio 2024.

GONÇALVES, Felipe; CANTARINO, Vinícius Botelho Pimenta (coord.). Hidrogênio de Baixo Carbono: a importância dos avanços em questões estruturantes. **Cadernos FGV Energia**, Rio de Janeiro, ano 9, n. 20, nov. 2023, p. 73. Disponível em: https://fgvenergia.fgv.br/sites/fgvenergia.fgv.br/files/caderno_hidrogenio_-_digital_28_02_24.pdf. Acesso em: 30 maio 2024.

GORINI, Marco. A hora e a vez do blended finance. MIT. **Sloan Managemet Review Brasil**, ano 3, n. 8, c2020. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/1MGyhiEZjV08gGWmc52I0ZI0pV7aKIVne/view>. Acesso em: 20 maio 2024.

GREEN HYDROGEN ORGANISATION. **Green Hydrogen Contracting Guidance Financing green hydrogen projects**. Switzerland: Foundation for the Green Hydrogen Organisation, dec. 2022. p. 11. Disponível em: https://gh2.org/sites/default/files/2022-12/GH2_Contracting%20Guidance_Financing%20Green%20Hydrogen%20Projects_2022.pdf. Acesso em: 30 maio 2024.

GURLIT, Wieland; GUILLAUMON, João; AUDE, Marcelo; CEOTTO, Henrique. Hidrogênio

verde: uma oportunidade de geração de riqueza com sustentabilidade, para o Brasil e o mundo. **McKinsey & Company**, Rio de Janeiro, 25 nov. 2021. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/br/our-insights/hidrogenio-verde-uma-oportunidade-de-geracao-de-riqueza-com-sustentabilidade-para-o-brasil-e-o-mundo>. Acesso em: 13 abr. 2024.

GUTERRES, António. Foreword. In: UNITED NATIONS. Inter-agency Task Force on Financing for Development. **Financing for Sustainable Development Report 2023: Financing Sustainable Transformations**. New York: United Nations, 2023. Disponível em: https://brasil.un.org/sites/default/files/2023-07/FSDR_2023_0.pdf. Acesso em: 20 maio 2024.

HECHLER-FAYD'HERBE, Nannette; KERSLEY, Richard. Executive summary. In: UBS GROUP COMPANY. **Global Wealth Report 2023: Leading perspectives to navigate the future**. Switzerland: Credit Suisse Research Institute (CSRI). 2023. p. 7. Disponível em: <https://www.ubs.com/global/en/family-office-uhnw/reports/global-wealth-report-2023.html>. Acesso em: 21 maio 2024.

HEINEN, Juliano. Energia que dá gosto: regulação do hidrogênio verde no Brasil. **Consultor Jurídico**, São Paulo, 13 nov. 2022. Disponível em: <https://www.conjur.com.br/2022-nov-13/juliano-heinen-regulacao-hidrogenio-verde-brasil/>. Acesso em: 23 maio 2024.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **The Future of Hydrogen – Seizing today's opportunities**. France: IEA, 2019. Disponível em: https://iea.blob.core.windows.net/assets/9e3a3493-b9a6-4b7d-b499-7ca48e357561/The_Future_of_Hydrogen.pdf. Acesso em: 22 maio 2024.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **Global Hydrogen Review 2023**. France: IEA, CleanEnergy Ministerial; Hydrogen Initiative, 2023a. p. 154. Disponível em: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/ecdfc3bb-d212-4a4c-9ff7-6ce5b1e19cef/GlobalHydrogenReview2023.pdf>. Acesso em: 24 de maio de 2024

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **Towards hydrogen definitions based on their emissions intensity**. France: IEA, 2023b. Disponível em: <https://encurtador.com.br/d0VKf>. Acesso em: 21 maio 2024.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY; INTERNATIONAL FINANCE CORPORATION. **Scaling up Private Finance for Clean Energy in Emerging and Developing Economies**. Paris: IEA; IFC, 2023. p. 43. Disponível em: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/a48fd497-d479-4d21-8d76-10619ce0a982/ScalingupPrivateFinanceforCleanEnergyinEmergingandDevelopingEconomies.pdf>. Acesso em: 21 maio 2024.

JARADAT, Mustafa; ALSOTARY, Omar; JUAIDI, Adel; ALBATAYNEH, Aiman; ALZOUBI, Asem; GORIJAN, Shiva. Potential of Producing Green Hydrogen in Jordan. **Energies**, Switzerland, v.15, n. 23, p. 1-21, 2022. p. 11. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1996-1073/15/23/9039>. Acesso em: 26 maio 2024.

JONES, Frances. Estudos sobre o SAF avançam no país – Rotas, processos e matérias-primas para elevar a produção do biocombustível e reduzir seu custo são foco de investigações em universidades e centros de pesquisa. **Revista Pesquisa FAPESP**, Campinas, edição 337, 9 mar. 2024. Disponível em: <https://www.inova.unicamp.br/2024/02/pesquisa-fapesp-estudos-sobre->

o-saf-avancam-no-pais/#:~:text= O% 2
 0hidrog%C3%AAnio%20%C3%A9%20um%20insumo,aos%20do%20querosene%20de%20a
 via%C3%A7%C3%A3o. Acesso em: 21 maio 2024.

JOWETT, Patrick. EU to provide €720 million to support hydrogen projects. *Pv Magazine*, May 1, 2024. Disponível em: <https://www.pv-magazine.com/2024/05/01/eu-to-provide-e720-million-to-support-hydrogen-projects/>. Acesso em: 05 jun. 2024.

JUSTEN FILHO, Marçal. **O Direito das Agências Reguladoras Independentes**. São Paulo: Dialética, 2002.

LEITE, Áquila. Ceará apresenta Hub de hidrogênio verde para a comunidade internacional de Zonas Francas. **Governo do Estado do Ceará – Ascom CIPP**, Fortaleza, 5 dez. 2022. Disponível em: <https://www.ceara.gov.br/2022/12/05/zpe-ceara-apresenta-hub-de-hidrogenio-verde-para-a-comunidade-internacional-de-zonas-francas/>. Acesso em: 20 maio 2024.

MACHADO, Nayara. Hidrogênio Verde: siga os subsídios. **EPBR**, 2 maio 2023. Disponível em: <https://epbr.com.br/hidrogenio-verde-siga-os-subsidios/>. Acesso em: 20 maio 2024.

MENDES, Conrado Hübner. Reforma do Estado e Agências Reguladoras: estabelecendo os parâmetros de discussão. *In: SUNDFELD, Carlos Ari (org.). Direito Administrativo Econômico*. São Paulo: Malheiros, 2000.

MINGORANCE MARTÍN, Carlos. Energías renovables y riesgo regulatório: los principios de seguridad jurídica, irretroactividad y protección de la confianza legítima en el ámbito de la producción de energía eléctrica desde fuentes proambientales. **Revista Andaluza de Administración Pública**, Sevilla, n. 87, p. 137–185, 2013. p. 165. Disponível em: <https://www.juntadeandalucia.es/institutodeadministracionpublica/institutodeadministracionpublica/servlet/download?up=97919>. Acesso em: 20 maio 2024.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. **Sobre o nosso trabalho para alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil**. Brasília, DF: Casa ONU Brasil - Complexo Sérgio Vieira de Mello, c2024. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/about/about-the-un>. Acesso em: 20 maio 2024.

NÓBREGA, Marcos. *Direito e economia da infraestrutura*. Belo Horizonte: Fórum, 2020. 245p.

NOH, Hee Jin. Financial strategy to accelerate green growth. **ADB Working Papers**, Tokyo, n. 866, 2018. p. 7. Disponível em: <https://www.adb.org/sites/default/files/publication/452656/adb-wp866.pdf>. Acesso em: 16 abr. 2024.

OLIVEIRA, Maxwell Ferrera de. **Metodologia Científica**: um manual para a realização de pesquisas em administração. Catalão: UFG, 2011. p. 8. Disponível em: https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/567/o/Manual_de_metodologia_cientifica_Prof_Maxell.pdf. Acesso em: 13 abr. 2024

OLIVEIRA, Rosana Cavalcante de. **Texto para Discussão - Panorama do Hidrogênio no Brasil**. Brasília, DF; Rio de Janeiro: Ipea, 2022. p. 11. Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/11291/1/td_2787_web.pdf . Acesso em: 23

maio 2024

PACINI, Charles. 4 breakthrough actions to decarbonize steelmaking. **World Economic Forum**, Switzerland, Nov. 29, 2023. Disponível em: <https://encurtador.com.br/eRN79>. Acesso em: 16 abr. 2024.

PAMPLONA, Leonardo; LIMA, Marcos (coord.). **Financiamento para o alcance dos ODS: A Agenda do Blended Finance no Brasil**. Rio de Janeiro: Laboratório de Inovação Financeira, 2022. Disponível em: <https://labinovacaofinanceira.com/wp-content/uploads/2022/06/%E2%80%8BLAB-Financiamento-para-o-alcance-dos-ODS-a-Agenda-do-Blended-Finance-no-Brasil.pdf>. Acesso em: 20 maio de 2024.

PARKES, Rachel. H2Global floats timeframe to announce winners of massive € 900m hydrogen auctions – and confirms extra funding. **Hydrogeninsight**, London, 20 oct. 2023. Disponível em: <https://www.hydrogeninsight.com/policy/h2global-floats-timeframe-to-announce-winners-of-massive-900m-hydrogen-auctions-and-confirms-extra-funding/2-1-1538752>. Acesso em: 24 maio de 2024.

PEREIRA, José Alberto Gonçalves. Como a Europa quer classificar atividades sustentáveis – e como isso afeta o mundo. **Um só planeta**, Porto Alegre, 13 jun. 2023. Disponível em: <https://umsoplaneta.globo.com/financas/negocios/noticia/2023/06/13/como-a-europa-quer-classificar-atividades-sustentaveis-e-como-isso-afeta-o-mundo.ghtml>. Acesso em: 26 maio 2024.

RAKIĆ, Slobodan; MITIĆ, Petar. **Green Banking** - Green Financial Products with Special Emphasis on Retail Banking Products. Sérvia: Educons University, 2012. p. 54. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/262635208_Green_Banking_-_Green_Financial_Products_with_Special_Emphasis_on_Retail_Banking_Products. Acesso em: 15 abr. 2024.

SCHELLING, Kamala. Green Hydrogen to undercut gray sibling by end of decade. **BloombergNEF**, New York, Aug. 9, 2023. Disponível em: <https://about.bnef.com/blog/green-hydrogen-to-undercut-gray-sibling-by-end-of-decade/>. Acesso em: 21 maio 2024.

SCHMUNDT, Wilhelm; GEORGII, Bernhard; HEGNSHOLT, Esben; HOLM, Mogens; GARDNER, Sam; KLOSE, Frank; GUPTA, Abhishek; BLANC-BRUDE, Frédéric; LUM, Leonard; WRIGHT, Alex; MOHOTTALA, Sanjaya; SELIKOWITZ, Daniel. Building the Green Hydrogen Economy. Boston; London: Boston Consulting Group; EDHECinfra, mar. 2023. Disponível em: <https://web-assets.bcg.com/bc/82/a99c71144a60aa435736f574cffe/bcg-infrastructure-strategy-2023-building-the-green-hydrogen-economy-mar-2023-r.pdf>. Acesso em: 20 maio 2024.

SIFFERT, Nelson; ROCHA, Katia. **Estratégias para o desenvolvimento do mercado de hidrogênio: o leilão de compra de derivados de hidrogênio verde H2Global**. Brasília, DF: Ipea, dez. 2023. p. 8. (Texto para Discussão, 2954). Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/12755/1/TD_2954_Web.pdf. Acesso em: 05 jun. 2024.

SOUZA, Leila Cardoso de. The Rise (and Rise) of Global Taxonomies. **Natixs Corporate & Investment Banking**, Paris, 12 oct. 2023. Disponível em:

<https://home.cib.natixis.com/articles/the-rise-and-rise-of-global-taxonomies>. Acesso em: 26 maio 2024.

SUNDFELD, Carlos Ari. Direito Público e Regulação no Brasil. *In*: GUERRA, Sérgio (org.). **Regulação no Brasil: uma visão multidisciplinar**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2014.

TADEU, Erivelto. Projetos de hidrogênio verde se espalham no país. **Valor Econômico**, São Paulo, 22 abr. 2024. Caderno Mudanças Climáticas. Disponível em: <https://valor.globo.com/publicacoes/especiais/mudancas-climaticas/noticia/2024/04/22/projetos-de-hidrogenio-verde-se-espalham-no-pais.ghtml>. Acesso em: 20 maio 2024.

THE BRITISH CHAMBER OF COMMERCE AND INDUSTRY IN BRASIL. **Doing Energy Business in Brazil**. 1. ed. Rio de Janeiro: Britcham Brasil, 2012. p. 249.

THE ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. **Blended Finance**. Paris: OECD, [2021?]. Disponível em: <https://www.oecd.org/dac/financing-sustainable-development/blended-finance-principles/>. Acesso em: 20 maio 2024.

THE OXFORD INSTITUTE FOR ENERGY STUDIES. **Hydrogen for the ‘low hanging fruits’ of South America: Decarbonising hard-to-abate sectors in Brazil, Argentina, Colombia, and Chile**. Oxford: OIES, 2024. Disponível em: <https://www.oxfordenergy.org/wpcms/wp-content/uploads/2024/05/ET33-Hydrogen-for-the-%E2%80%98low-hanging-fruits-of-South-America.pdf>. Acesso em: 29 maio 2024.

THÜR, Deborah. Green Taxonomies Around the World: Where Do We Stand? **ECO:FACT**, Switzerland, Nov. 1, 2022. Disponível em: <https://www.ecofact.com/blog/green-taxonomies-around-the-world-where-do-we-stand/>. Acesso em: 26 maio 2024.

TONET, Caetano; LINDNER, Julia. **Senado aprova marco legal do hidrogênio verde**. Valor Econômico, Rio de Janeiro, 19 jun. 2024. Disponível em: <https://valor.globo.com/politica/noticia/2024/06/19/senado-aprova-marco-legal-do-hidrogenio-verde.ghtml>. Acesso em: 23 jun. 2024.

UNITED NATIONS CLIMATE CHANGE. **The Paris Agreement**. What is the Paris Agreement? Germany: UN Campus in Bonn, [2024]. Disponível em: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement>. Acesso em: 30 maio 2024.

VAN HULST, Noé. Hydrogen, the missing link in the energy transition. **IEA50**, Paris, 2018. Disponível em: <https://www.iea.org/commentaries/hydrogen-the-missing-link-in-the-energy-transition>. Acesso em: 14 abr. 2024.

VIGA, Luís Claudio. Os desafios do Brasil na corrida pelo hidrogênio verde. **Correio Brasiliense**, Brasília, 20 mar. 2024. Disponível em: <https://www.correiobrasiliense.com.br/opiniaio/2024/03/6821588-os-desafios-do-brasil-na-corrida-pelo-hidrogenio-verde.html>. Acesso em: 31 maio 2024.

VINHAS, Guilherme Barbosa. Taxonomia sustentável e transição energética. **EPBR**, [2023], 16 out. 2023. Disponível em: <https://epbr.com.br/taxonomia-sustentavel-e-transicao-energetica/>. Acesso em: 02 jun. 2024.