

**XXX CONGRESSO NACIONAL DO
CONPEDI FORTALEZA - CE**

**DIREITO, ECONOMIA E DESENVOLVIMENTO
ECONÔMICO SUSTENTÁVEL I**

EDSON RICARDO SALEME

SÉBASTIEN KIWONGHI BIZAWU

DALTON TRIA CUSCIANO

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

Diretoria - CONPEDI

Presidente - Profa. Dra. Samyra Haydêe Dal Farra Naspolini - FMU - São Paulo

Diretor Executivo - Prof. Dr. Orides Mezzaroba - UFSC - Santa Catarina

Vice-presidente Norte - Prof. Dr. Jean Carlos Dias - Cesupa - Pará

Vice-presidente Centro-Oeste - Prof. Dr. José Querino Tavares Neto - UFG - Goiás

Vice-presidente Sul - Prof. Dr. Leonel Severo Rocha - Unisinos - Rio Grande do Sul

Vice-presidente Sudeste - Profa. Dra. Rosângela Lunardelli Cavallazzi - UFRJ/PUCRio - Rio de Janeiro

Vice-presidente Nordeste - Prof. Dr. Raymundo Juliano Feitosa - UNICAP - Pernambuco

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

Conselho Fiscal:

Prof. Dr. José Filomeno de Moraes Filho - UFMA - Maranhão

Prof. Dr. Caio Augusto Souza Lara - SKEMA/ESDHC/UFMG - Minas Gerais

Prof. Dr. Valter Moura do Carmo - UFERSA - Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Fernando Passos - UNIARA - São Paulo

Prof. Dr. Edinilson Donisete Machado - UNIVEM/UENP - São Paulo

Secretarias

Relações Institucionais:

Prof. Dra. Claudia Maria Barbosa - PUCPR - Paraná

Prof. Dr. Heron José de Santana Gordilho - UFBA - Bahia

Profa. Dra. Daniela Marques de Moraes - UNB - Distrito Federal

Comunicação:

Prof. Dr. Robison Tramontina - UNOESC - Santa Catarina

Prof. Dr. Liton Lanes Pilau Sobrinho - UPF/Univali - Rio Grande do Sul

Prof. Dr. Lucas Gonçalves da Silva - UFS - Sergipe

Relações Internacionais para o Continente Americano:

Prof. Dr. Jerônimo Siqueira Tybusch - UFSM - Rio Grande do sul

Prof. Dr. Paulo Roberto Barbosa Ramos - UFMA - Maranhão

Prof. Dr. Felipe Chiarello de Souza Pinto - UPM - São Paulo

Relações Internacionais para os demais Continentes:

Profa. Dra. Gina Vidal Marcilio Pompeu - UNIFOR - Ceará

Profa. Dra. Sandra Regina Martini - UNIRITTER / UFRGS - Rio Grande do Sul

Profa. Dra. Maria Claudia da Silva Antunes de Souza - UNIVALI - Santa Catarina

Eventos:

Prof. Dr. Yuri Nathan da Costa Lannes - FDF - São Paulo

Profa. Dra. Norma Sueli Padilha - UFSC - Santa Catarina

Prof. Dr. Juraci Mourão Lopes Filho - UNICHRISTUS - Ceará

Membro Nato - Presidência anterior Prof. Dr. Raymundo Juliano Feitosa - UNICAP - Pernambuco

D597

Direito, economia e desenvolvimento econômico sustentável I [Recurso eletrônico on-line] Organização CONPEDI

Coordenadores: Dalton Tria Cusciano; Edson Ricardo Saleme; Sébastien Kiwonghi Bizawu. – Florianópolis: CONPEDI, 2023.

Inclui bibliografia

ISBN: 978-65-5648-815-8

Modo de acesso: www.conpedi.org.br em publicações

Tema: Saúde: Acesso à justiça, Solução de litígios e Desenvolvimento

1. Direito – Estudo e ensino (Pós-graduação) – Encontros Nacionais. 2. Direito. 3. Economia e desenvolvimento econômico sustentável. XXX Congresso Nacional do CONPEDI Fortaleza - Ceará (3; 2023; Florianópolis, Brasil).

CDU: 34



XXX CONGRESSO NACIONAL DO CONPEDI FORTALEZA - CE

DIREITO, ECONOMIA E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO SUSTENTÁVEL I

Apresentação

É com grande satisfação que apresentamos a produção do grupo DIREITO, ECONOMIA E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL I, do XXX Congresso Nacional do CONPEDI Fortaleza – CE, realizado entre 15 e 17 de novembro de 2023, coordenado pelos Professores EDSON R. SALEME, SÉBASTIEN KIWONGHI BIZAWU e DALTON TRIA CUSCIANO. Após apresentação de cada um dos professores encarregados do GT, passou-se a questionar a ordem de apresentação. Diante das necessidades e da ordem de preferência para os que teriam outras atribuições, iniciou a primeira exposição do Grupo de Trabalho por meio do paper: **HIDROGÊNIO VERDE: ASPECTOS ECONÔMICOS E JURÍDICOS**, por Sophia Fernandes Ary, Luciana Barreira de Vasconcelos Pinheiro e Gina Vidal Marcilio Pompeu (justificou ausência); tratou o trabalho acerca do emprego do hidrogênio verde para diversos propósitos, a conveniência de uma legislação específica e suas possibilidades de aplicação. Pela exposição se nota o grande potencial geopolítico brasileiro, pois aqui seria possível sua produção da forma mais otimizada e menos onerosa que outros locais do mundo. Sublinhou-se que há um impacto considerável nesse processo. A questão de produção de hidrogênio verde é sustentável, mas inegável a produção de impactos no ambiente. A seguir expôs-se o artigo **A QUESTÃO AMBIENTAL ENQUANTO EXPRESSÃO DA QUESTÃO SOCIAL E A ADEQUAÇÃO TEÓRICA DO ESTADO SOCIOAMBIENTAL ANTE A CONCEPÇÃO NÃO DUALISTA DA ESSÊNCIA HUMANA: CAPITALISMO HUMANISTA**, por Karla Andrea Santos Lauletta, que reiterou sua posição em face de diversas teorias relacionadas ao capitalismo humanista e as atuais, que desconsideram importantes fatores relacionados à matéria. Na sequência, Carlos Magno da Silva Oliveira relatou no seu paper a “Análise econômica do Direito: concentração no mercado de transporte aéreo de passageiros no trecho doméstico entre as cidades de Brasília e Belo Horizonte no período pré-pandemia do COVID 19. Na exposição tratou da concentração das empresas aérea no período e como o mercado se comportou durante aquele período. A seguir o aluno George Felício Gomes de Oliveira apresentou o trabalho **DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL EM FOCO: ECONOMIA E SUSTENTABILIDADE SOB NOVOS OLHARES E SUA INFLUÊNCIA NAS POLÍTICAS PÚBLICAS AMBIENTAIS**, expôs os aspectos que denominou culminar com uma “policrise” em âmbito global. Esclareceu aspectos essenciais à existência do capitalismo e como se podem propor políticas públicas sustentáveis, que possuem função extremamente antropocêntrica. Ao contrário desse viés, a política “sustentável” deveria ter outros olhares. O trabalho seguinte: **EMPRESA, MORTE E**

URBANISMO: A FUNÇÃO SOCIAL E SOLIDÁRIA DOS CEMITÉRIOS, pelos expositores Gustavo Leite Braga e Antonia Bruna Pinheiro Vieira relatou a importância do cemitério como elemento de própria cultura popular, sobretudo um locus em que se expressa o luto pela perda de alguém importante na vida de seus semelhantes. A próxima exposição: Empresas COMO AGENTE DE TRANSFORMAÇÃO URBANA: A FUNÇÃO SOCIAL /SOLIDÁRIA DA EMPRESA E O ENFOQUE DA REURB NO URBANISMO foi apresentada por Roberta Alexandra Rolim Markan. Na sequência dos trabalhos passou-se a esclarecer o tema do artigo: ESG E RESPONSABILIDADE SOCIAL CORPORATIVA COMO UM INVESTIMENTO DE IMPACTO NO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL por Luciana Machado Teixeira Fabel. Pelo relato a empresa tem grande importância no processo de regularização fundiária promovida pela REURB há um círculo vicioso que deve ser substituído por um círculo virtuoso. O trabalho intitulado MINERAÇÃO ILEGAL DE OURO NOS TERRITÓRIOS DOS POVOS ORIGINÁRIOS E A REGULAÇÃO DO SISTEMA FINANCEIRO NACIONAL: O CASO BRASILEIRO E A NECESSIDADE DE (RE)CONSTRUÇÃO DE UM MARCO REGULATÓRIO, por André Angelo Rodrigues, Maria Creusa De Araújo Borges, expôs-se as fragilidades da Lei n. 12.844, de 2013, que foi analisado sob o ponto de vista de constitucionalidade, diante do fato de estabelecer que o garimpeiro teria presunção. No trabalho INSEGURANÇA NA ECONOMIA DIGITAL E O PAPEL DA REGULAÇÃO: O USO DO BLOCKCHAIN NOS CONTRATOS AGRÁRIOS, Patrícia Lucia Marcelino expôs o trabalho reiterando sobre a necessidade de regular as novas tecnologias no ambiente digital, sobretudo com o uso dos blockchains na economia digital. A seguir passou-se a expor o artigo FUNÇÃO SOCIAL DA EMPRESA E O CRÉDITO: UMA ANÁLISE SOBRE O SUPERENDIVIDAMENTO E A RESPONSABILIDADE DAS INSTITUIÇÕES FINANCEIRAS por Gabriela Maria de Oliveira Franco , que refletiu no estudo a teoria de Bauman e sua teoria do consumo. O trabalho abordou as políticas públicas no sentido de que haja concessão de créditos de forma a evitar o superendividamento. A seguir passou-se a exposição do trabalho FUNÇÃO SOCIOAMBIENTAL DA PROPRIEDADE: SÍNTESE CONCEITUAL E HISTÓRICA por Janaína Rigo Santin e Anna Gabert Nascimento relatando que a Constituição trouxe a função social e a proteção ambiental sob dois diferentes ângulos constitucionais. A propriedade é o ponto chave quando se fala da preservação socioambiental. A proteção deve ser estabelecida sobretudo pelo município, nos termos do art. 182, regulamentado pela Lei 10.257, de 2001. A seguir partiu-se para a exposição do trabalho: FUTUROS POSSÍVEIS: 'BLACK MIRROR', INOVAÇÃO E DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO NA PERSPECTIVA DA ANÁLISE ECONÔMICA DO DIREITO, por Paulo Marcio Reis Santos, expondo os estudos aprofundados que fez por meio da série “Black Mirror” em que os alunos fazem análises comparativas dos diversos capítulos da série que podem englobar diversas facetas da análise econômica do Direito. Ao final os professores fizeram as homenagens de estilo,

cumprimentando os (as) expositores (as) pelos trabalhos e sublinhando a importância da metodologia nos artigos científicos, especialmente no tocante a necessidade da existência de um problema claro de pesquisa no artigo científico, considerando que a metodologia utilizada deve poder ser replicada, e do respeito as críticas construtivas que todo artigo pode receber, sendo um Congresso Acadêmico o palco principal para a ocorrência, com urbanidade, das discussões teórico-metodológicas.

Por derradeiro, registramos que os textos ora publicados são atuais, tendo sido elaborados por pesquisadores(as) de todo o país, e representam, em seu todo, um conjunto digno de leitura.

HIDROGÊNIO VERDE: ASPECTOS ECONÔMICOS E JURÍDICOS

GREEN HYDROGEN: ECONOMIC AND LEGAL ASPECTS

Sophia Fernandes Ary ¹

Gina Vidal Marcilio Pompeu ²

Luciana Barreira de Vasconcelos Pinheiro

Resumo

Por meio do artigo que ora se apresenta tem-se o escopo de analisar o Hidrogênio Verde enquanto alternativa à descarbonização da economia, propiciando eficiência energética e crescimento econômico com a redução da “pegada ecológica” antropocêntrica. Investigam-se, nesse diapasão, as razões que justificam a priorização do hidrogênio verde nas políticas públicas estatais, no que tange à regulamentação jurídica e à estipulação de padrões de certificação para aferição dos requisitos delimitadores do conceito de hidrogênio verde, em decorrência dos fatores que posicionam o Brasil como exportador mundial de tal vetor energético. Busca-se, assim, refletir acerca da viabilidade econômica da implantação dos processos produtivos do hidrogênio verde no Brasil, sob a ótica da necessidade de reconhecer as vantagens que diferenciam o hidrogênio “verde” das demais origens de hidrogênio responsáveis pelo agravamento das mudanças climáticas. A metodologia envolve pesquisa interdisciplinar, com orientação epistemológica na teoria crítica, a congregar teoria e práxis na articulação entre Meio Ambiente, Estado e Economia.

Palavras-chave: Hidrogênio verde, Transição energética, Potencial brasileiro, Regulamentação jurídica, Certificação internacional

Abstract/Resumen/Résumé

Through the article presented here, the scope is to analyze the Green Hydrogen as an alternative to the decarbonization of the economy, providing energy efficiency and economic growth with the reduction of the anthropocentric “ecological footprint”. In this vein, the reasons that justify the prioritization of green hydrogen in state public policies are investigated, with regard to legal regulation and the stipulation of certification standards for gauging the delimiting requirements of the concept of green hydrogen, as a result of the factors that position Brazil as a world exporter of this energy vector. Thus, we seek to reflect on the economic feasibility of implementing the production processes of green hydrogen in Brazil, from the perspective of the need to recognize the advantages that differentiate "green"

¹ Graduanda em Direito pela UNIFOR. Ex-Monitora Institucional nas disciplinas de Direito dos Contratos e Direito Constitucional. Pesquisadora Bolsista PROBIC (FEQ). Membro do Grupo de Pesquisa REPJAAL. Embaixadora da UNIFOR.

² Estágio pós-doutoral pela Universidade de Lisboa. Doutora em Direito Constitucional pela Universidade Federal de Pernambuco. Mestre em Direito e Desenvolvimento pela Universidade Federal do Ceará. Líder do REPJAAL.

hydrogen from other sources of hydrogen responsible for the worsening of climate change. The methodology involves interdisciplinary research, with an epistemological orientation in critical theory, bringing together theory and praxis in the articulation between Environment, State and Economy.

Keywords/Palabras-claves/Mots-clés: Green hydrogen, Energy transition, Brazilian potential, Legal regulation, International certification

INTRODUÇÃO

O presente estudo tem a pretensão de examinar o hidrogênio verde de forma ampla: suas implicações na geopolítica mundial, as oportunidades para o Brasil e a apreciação jurídica da temática. O termo “verde” é dado por ser fabricado com a utilização de fontes elétricas provenientes de energia renovável livre de emissões de gases poluentes, por meio de um processo químico conhecido como eletrólise.

O escopo do trabalho concretizar-se-á mediante pesquisa quantitativa e qualitativa, por intermédio de raciocínios indutivo e dedutivo, bem como com a utilização de técnicas de revisão bibliográfica, documental e estatística, com base no entendimento de autores, em relatórios e pesquisas acerca da temática.

Dessa forma, o artigo tem o objetivo geral de questionar o hidrogênio verde como solução diante da necessidade de descarbonizar a economia. Com esse foco, o artigo tem por objetivos específicos: a) Observar a necessidade de alterar a matriz energética mundial em face do aquecimento global; b) Diferenciar o “Hidrogênio Verde” dos demais já comercializados internacionalmente; c) Compreender a possibilidade de o Brasil se tornar um exportador mundial dessa *commodity*; d) Entender a necessidade do estabelecimento de marcos regulatórios para normatização nacional e e) Pesquisar a questão da certificação internacional do hidrogênio.

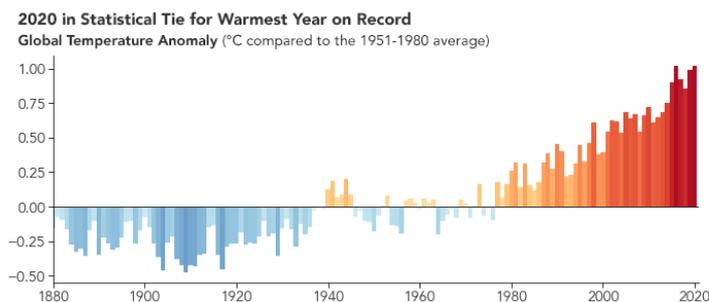
A relevância do trabalho consiste no surgimento de pesquisas que apontam para o hidrogênio verde como bem a ser exportado pelos países da América Latina. Como resultados esperados, pretende-se investigar a operacionalidade das questões práticas inerentes ao mercado de hidrogênio, as medidas nacionais necessárias à adequação nacional à transição energética e se o ordenamento jurídico brasileiro se encontra preparado para disciplinar a temática.

1. TRANSIÇÃO ENERGÉTICA

A crise ambiental tornou-se uma realidade a ser enfrentada pelos Estados e o tema do aquecimento global revestiu-se de urgência de tal modo que reconhecer sua existência não se trata mais de questão de cunho político, mas um fato a ser observado. Negar o superaquecimento do globo terrestre transformou-se em um argumento anticientífico e opinioso, em uma tentativa maliciosa de manter a busca desenfreada por crescimento econômico sem pensar em suas consequências. Nesse sentido, a cegueira econômica gera a subsidiariedade das pautas ecológicas em favor do imediatismo de resultados financeiros e

comerciais, em uma embriaguez irracional por crescimento, resultando na desvalorização da vida como sentido e potência (Leff, 2001, p. 34).

Serge Latouche (2009, p. 40) alerta a periculosidade que reside na politização da questão ambiental, tendo em face que todos os regimes modernos foram produtivistas, já que todos propuseram o crescimento econômico como uma pedra angular inquestionável de seu sistema. A transformação necessária não repousa, assim, em discursos políticos retóricos em defesa das pautas ecológicas, mas na refundação do político, a partir da compreensão: o desastre climático não é uma opinião, mas uma constatação. Consoante dados divulgados pela NASA, a temperatura média do planeta em 2020 superou de 1,02 graus aquela do período 1950-1980. O gráfico abaixo demonstra anomalias de temperatura global em 2020, com base no quanto cada região da Terra foi mais quente ou mais fria em comparação com a média da linha de base de 1951 a 1980:



Fonte: NASA (2021)

Os impactos das perturbações antropocêntricas no planeta desencadearam, em 2016, o início do processo de reconhecimento científico de que a Terra deixou o Holoceno, período em que as sociedades humanas se desenvolveram, e entrou, após a Segunda Guerra Mundial, em uma nova época geológica: o Antropoceno (Steffen, 2011, p. 849-853). Eventos climáticos extremos vêm sendo notabilizados ao redor do mundo como produto dos desequilíbrios provocados pelo aquecimento global: onda de calor extremo na Europa, emergências de enchente no Estado do Mississippi (EUA), calor extremo no Canadá, maior chuva em um século na Alemanha, seca recorde na China, crise hídrica no Planalto Central Brasileiro, aumento do nível do mar, acidificação e disseminação de "zonas mortas" nos oceanos.

Dentre as hipóteses de causas provocadoras do aquecimento global, o aumento da emissão de gases de efeito estufa (GEE) tem ocupado papel protagonista (Speight, 2020, p. 213-222). No relatório divulgado em fevereiro de 2022 pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas – IPCC, foi ratificada a atuação negativa do ser humano como o principal fator desencadeador dos desequilíbrios climáticos, uma vez que nos últimos cinquenta anos as modificações ocasionadas nos ciclos de carbono se intensificaram substancialmente.

No âmbito do Constitucionalismo multinível na seara ambiental, os primeiros tratados internacionais significativos datam de 1992, ocasião em que foi celebrada a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio 92), a Convenção - Quadro sobre Mudança do Clima, onde 154 Estados assumiram compromissos com o objetivo de estabilizar as concentrações de gases poluentes. Contudo, a inaplicabilidade de tal pacto foi revelada em razão dos impasses observados na regulamentação do convencionado no cenário interno (Milaré, 2014, p. 1.598).

Em 1997, o Protocolo de Quioto representou nova tentativa em busca da redução do aquecimento terrestre. Todavia, o fracasso no cumprimento de promessas demagógicas e verborrágicas sem respaldo de políticas públicas que objetivassem efetivar o plano das ideias resultou na constatação em 2012 de que o acordo cobria menos de 15% das emissões mundiais, na medida em que países vetores da industrialização mundial, a exemplo dos Estados Unidos, do Canadá, da Rússia e do Japão, não participaram do tratado à espera do locupletamento às custas dos esforços e “decrecimentos” (no sentido econômico) dos vizinhos geográficos, sob a ilusão do “ganha-ganha” – bônus ecológico sem ônus econômico (Tirole, 2020, p. 213-222).

Em 1989, a assinatura do Protocolo de Montreal marcou o pioneirismo no sentido de ter sido o único acordo ambiental a ser ratificado por todos os países do globo, os quais se comprometeram a eliminar paulatinamente as substâncias que atingem a camada de ozônio, objetivo que foi 99% cumprido, tendo previsão de restauração da camada de ozônio da Terra até 2060.¹

Em 2015, a COP 21 propiciou a pactuação do Acordo de Paris por 195 países, que se obrigaram a empenhar esforços para tentar manter o aumento da temperatura média global em torno de 1,5 °C para que, até o ano de 2100, a temperatura média do planeta tenha um aumento inferior a 2 °C. Todavia, em face da intensificação dos desequilíbrios climáticos e do não cumprimento pelos países das promessas insinceras assumidas no Acordo de Paris, surgiu a necessidade de reformular e atualizar os objetivos e encargos norteadores dos países.

Nessa senda, a COP 26, organizada no epicentro da cidade escocesa de Glasgow em 2021, surgiu para operacionalizar o Livro de Regras de Paris, alertando o mundo que as metas anunciadas outrora não eram mais suficientes para conter o aquecimento global: o prognóstico era assente em apontar 3 °C até 2100. Nos termos do texto aprovado por quase 200 países

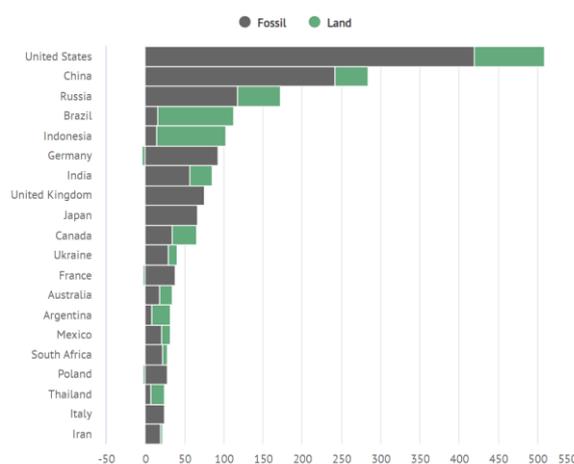
¹ Vide: UNEP – United Nations Environment Programme. “Rebuilding the ozone layer: how the world came together for the ultimate repair job”. Disponível em: www.unep.org/pt-br/noticias-e-reportagens/reportagem/como-o-mundo-se-uniu-para-reconstruir-camada-de-ozonio. Acesso em 28 set 2022.

integrantes da conferência, a nova redação menciona a redução em 50% das emissões na próxima década, de modo a atingir zero emissões líquidas de carbono até meados do século.

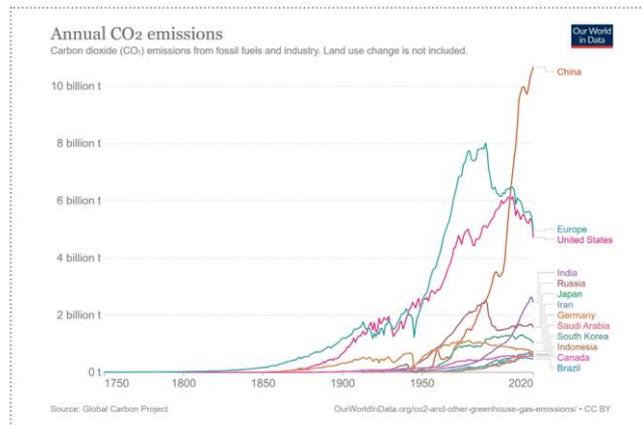
Por intermédio da promoção de debates entre líderes mundiais, ativistas, pesquisadores e empresários, nos moldes do tripé da sustentabilidade (planeta, pessoas e lucro) (Elkington, 1997, p. 49-66), a versão final do documento prevê a substituição gradativa dos combustíveis fósseis e do uso do carvão por fontes renováveis, o reconhecimento de que o metano precisa ser controlado e o imperativo de apoiar os países vulneráveis, consagrando as ideias do mercado de carbono e do envio de verbas pelos países desenvolvidos para o financiamento de medidas para evitar o aquecimento global nos países vulneráveis, dada a disparidade de armas no quesito contenção da emissão de carbono entre tais nações (Carducci, 2020, p. 1.351).

Conforme pesquisas divulgadas pelo portal especializado em clima *Carbon Brief*, o Brasil, a despeito dos fatores naturais que o privilegiam, é o 4º país que mais emitiu CO₂ cumulativamente ao longo dos anos 1850 a 2021, se contabilizadas as emissões provenientes do uso agrícola. Os gráficos abaixo demonstram os 20 maiores contribuintes para as emissões cumulativas de CO₂ em bilhões de toneladas, em decorrência de combustíveis fósseis e cimento (cinza), bem como do uso da terra e silvicultura (verde) (Ritchie; Roser, 2020).

The countries with the largest cumulative emissions 1850-2021
Billions of tonnes of CO₂ from fossil fuels, cement, land use and forestry



Fonte: CarbonBrief (2021)



Fonte: Global Carbon Project (2022)

Em consonância com o exposto, a partir dos anos 1950 a intensificação de produtos manufaturados e com alto uso de energia refletiu no desbalanceamento da composição dos gases presentes na atmosfera terrestre, tendo ocorrido uma elevação acentuada a partir dos anos 1960. Haja vista o estágio atual e as projeções negativas, evidencia-se um cenário insustentável que sugere a necessidade de propor mudanças significativas na matriz energética mundial (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2020).

Nesse sentido, a única via próspera possível aponta para a descarbonização da economia e a contenção da “pegada ecológica”, expressão forjada por Anthony Giddens (2012, p. 152) para calcular a degradação ambiental provocada pela emissão de GEE, uma vez que o setor de energia representa 73,2% das emissões globais, de acordo com o relatório divulgado pelo *Our World In Data* em 2020.² Nessa senda, a migração de um modelo baseado em combustíveis fósseis por uma matriz galgada em fontes renováveis, como solar fotovoltaica, eólica, de biomassa, geotérmica ou nuclear, perpassa necessariamente pelo entendimento de que não é possível falar em um projeto socioambiental viável sem a garantia de eficiência energética. Estimula-se, assim, a utilização de fontes de baixo carbono, aliadas à eletrificação em processos de conversão de energia e à digitalização de controles e serviços, tendo por foco a eficiência energética (IRENA, 2022)

Rememore-se que a transição energética de um país requer profundas alterações na base tecnológica dos conversores de energia, o que exige a compreensão de que as relações socioeconômicas e os padrões de consumo sofrerão reverberações advindas do compromisso celebrado nacionalmente. Na ótica geopolítica, sabe-se que tais transformações implicam em

² Hannah Ritchie, Max Roser and Pablo Rosado (2020) - "CO₂ and Greenhouse Gas Emissions". Published online at OurWorldInData.org. Retrieved from: 'https://ourworldindata.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions' [Online Resource]

modificações nas correlações de força entre os países ou regiões e seus respectivos *stakeholders*, impactando produtores e consumidores da fonte primária hegemônica e suas cadeias tecnológicas associadas (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2020).

Segundo a Agência Internacional de Energia (AIE), estatísticas vaticinam que a demanda global de energia sofrerá um aumento entre 25% e 30% até 2030, o que, em uma economia carbonizada, significaria o agravamento das mudanças climáticas. Nesse sentido, a pesquisa aponta que a implantação de Hidrogênio Verde, energia limpa, evitaria cerca de 830 milhões de toneladas anuais de CO₂, o que corresponde a 3.000 TWh renováveis adicionais por ano (IEA, 2019).

Tecidas tais considerações, cumpre analisar o Hidrogênio Verde no caso brasileiro como o caminho econômico e socio-ambientalmente lucrativo a ser traçado para realizar a transição energética nacional e destacar o país no mercado internacional, sob o prisma da exportação de energia, descarbonizando a economia sem “abrir mão” de eficiência energética e conciliando, portanto, desenvolvimento sustentável e crescimento econômico.

2. O QUE É HIDROGÊNIO VERDE?

O hidrogênio (H₂) é o elemento químico mais antigo, leve e abundante do planeta, compondo 75% do universo. Suas utilizações envolvem a indústria petroquímica, no refino de petróleo bruto; a síntese de amônia, imprescindível na produção de fertilizantes; e a produção de metanol para uma ampla variedade de produtos, incluindo plásticos. Tal gás também pode ser aproveitado como combustível energético, podendo sua combustão gerar calor superior a 1.000°C (IRENA, 2022, p. 24). Segundo dados da Agência Internacional de Energia, cerca de 120 milhões de toneladas de hidrogênio são produzidos globalmente, dois terços dos quais hidrogênio puro e um terço uma mistura com outros gases, sendo a China o maior produtor e consumidor mundial, na medida em que produz quase 24 milhões toneladas de hidrogênio puro por ano, respondendo por quase um terço da produção global (IEA, 2019).

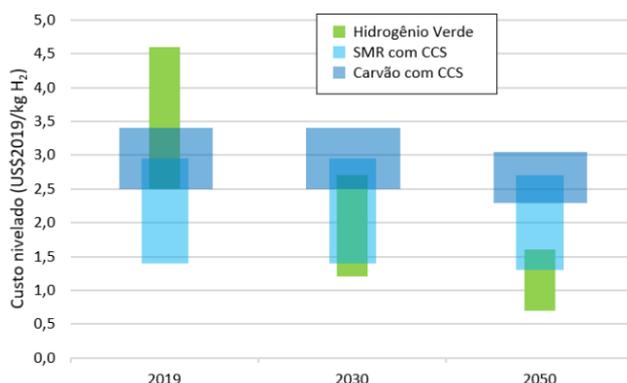
Não obstante sua abundância, tal substância não costuma ser encontrada isoladamente em quantidades significativas e em sua forma pura na natureza, surgindo, na maioria das vezes, associada a hidrocarbonetos, etanol, água ou combustíveis fósseis (Lopes, 2009). Nessa lógica, o uso do referido vetor energético envolve a extração de uma fonte primária que o contenha, podendo ser produzido por meio de quase todos os recursos energéticos, renováveis ou não. Ou seja, a liberação do hidrogênio desses compostos pressupõe necessariamente um processo energético de extração, o qual pode ser (ou não) responsável pela emissão de GEEs (Santos,

2021). Dentre os diversos métodos de produção de hidrogênio, um sistema de código de cores é utilizado para nomeá-los e classificá-los quanto à descarbonização da economia, sendo os tipos mais conhecidos os hidrogênios “cinza”, “azul” e “verde”.

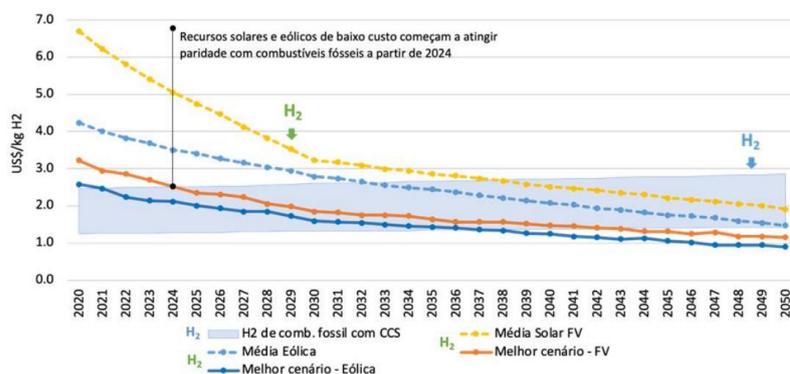
O hidrogênio “cinza”, que corresponde a 96% de todo hidrogênio mundial gerado, é aquele produzido com base em combustíveis fósseis, a partir da reforma do metano a vapor, ocasionando a liberação de dióxido de carbono como um dos produtos residuais desse processo. O hidrogênio “azul”, por sua vez, é aquele em que há a produção de GEEs; tais gases, porém, são capturados e armazenados, evitando sua liberação na atmosfera. Já o hidrogênio “verde” é aquele com zero emissão de CO₂ (IRENA, 2020).

O hidrogênio limpo pode ser produzido a partir da transformação a vapor do metano, da gaseificação do carvão, ou a partir do processo de eletrólise da água. Neste último, os eletrolisadores dividem as moléculas de água (H₂O) em Oxigênio (O) e Hidrogênio (H₂) por meio de energia elétrica proveniente de fontes de energia renováveis, como eólica ou solar. Em outras palavras: sem emissão direta de dióxido de carbono.

Em que pese o conhecimento da possibilidade de se produzir hidrogênio limpo, o que solucionaria, assim, a problemática do aquecimento global, durante décadas o grande empecilho à transição energética era a questão econômica, haja vista os altos custos da implantação dos eletrolisadores e da adequação dos equipamentos existentes à realidade de um gás altamente inflamável. Contudo, de acordo com a Bloomberg New Energy Finance (BNEF), a previsão é que esta tecnologia se torne competitiva até 2030 (BNEF, 2020, p. 3). Em conformidade, a IRENA (2020) projeta um significativo barateamento das fontes de energia renováveis antes de 2025, o que tornaria o hidrogênio verde concorrencial em relação ao hidrogênio de origem fóssil entre 2030 e 2040:



Fonte: Adaptado de BNEF (2020)



Fonte: IRENA (2020)

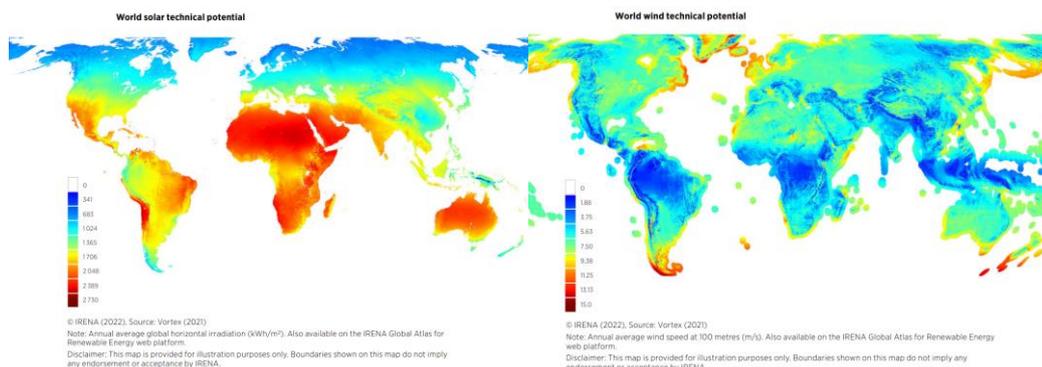
Podendo ser empregado em setores em que a simples eletrificação da economia não é capaz de atender, o hidrogênio pode ser utilizado como vetor para armazenamento de energia, sendo considerado um recurso com capacidade de promover o acoplamento entre os mercados de combustíveis, de eletricidade, industrial, entre outros. Nesse sentido, o hidrogênio poderá não apenas contribuir para o esverdeamento da economia mundial, mas também promover uma maior dinâmica competitiva, ampla e descentralizada de mercado (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2021, p. 29).

3. POTENCIAL BRASILEIRO E REGULAMENTAÇÃO JURÍDICA DO HIDROGÊNIO VERDE

O mercado do hidrogênio verde atual, ainda que lucrativo, se resume a transações comerciais locais e regionais. Dados estatísticos indicam que, até 2019, cerca de 85% do gás hidrogênio produzido destinava-se ao consumo local (IEA, 2019), devido sobretudo às dificuldades e custos logísticos inerentes à natureza da substância. Todavia, estima-se que o hidrogênio verde se tornará uma *commodity* comercializada internacionalmente nos próximos anos, uma vez que o maior componente de custo da produção é o custo da eletricidade. Noutro dizer: o custo da eletrólise da água via fontes de energia renováveis (IRENA, 2022).

Ante tais perspectivas promissoras de queda do custo das energias renováveis, espera-se que a exportação de hidrogênio verde deixe o plano da utopia e seja contabilizada na Balança Comercial dos países, reposicionando-os na geopolítica mundial e propiciando eficiência energética por meio de uma economia verde. Dado que o custo nivelado das energias renováveis difere significativamente entre as regiões, o preço do hidrogênio também será diferente a depender dos fatores naturais e geográficos dos países (IRENA, 2022). Os mapas abaixo

evidenciam os potenciais dos países no que tange à produção de energia solar e de energia eólica, respectivamente:



Fonte: IRENA (2022)

Notabiliza-se, assim, que o Brasil é um dos países mais propensos à produção de energias renováveis. Conforme o Balanço Energético Nacional 2022, elaborado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), ligada ao Ministério de Minas e Energia, a matriz energética brasileira se baseia em 44,7% de fontes renováveis e 55,3% de fontes não renováveis. Em 2021, a participação de renováveis na matriz energética brasileira foi marcada pela queda da oferta de energia hidráulica, associada à escassez hídrica e ao acionamento das usinas termelétricas; no entanto, o incremento das fontes eólica e solar na geração de energia elétrica e o biodiesel contribuíram para que esta se mantivesse em um patamar renovável muito superior ao observado no resto do mundo (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2020, p. 6-16).

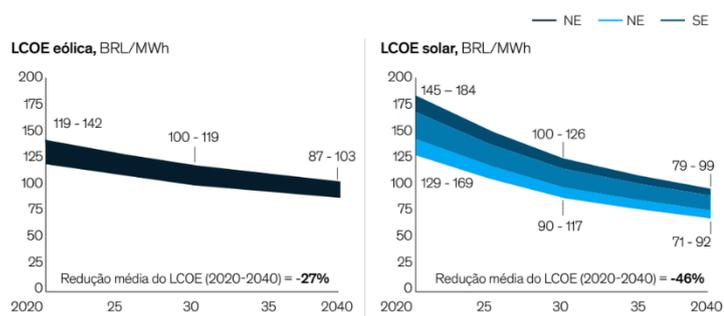
No Nordeste Brasileiro especificamente, 84% da energia elétrica gerada advém de fontes renováveis, em virtude dos fatores naturais convenientes às energias eólica e solar no litoral nordestino. Na região, as irradiações solares alternam entre 5,0 kWh.m-2.dia-1 a 5,6 kWh.m-2.dia-1 e as médias de ventos variam entre 27 km/h a 32,4 km/h (a 50 metros de altura), em que pese sua produção ainda ser quase que exclusivamente na modalidade *onshore* (ONS, 2022).

De acordo com levantamentos da empresa americana McKinsey & Company (2021, p. 4-5), espera-se que o custo de produção das energias eólica e solar no Brasil seja reduzido significativamente até 2040. O LCOE³ da energia eólica está atualmente na faixa de 119 a 142 reais por MWh na região nordeste do país, com expectativa de redução de 27% até 2040; ao passo que a energia solar tem custo atual na faixa de 145 a 184 reais por MWh na região sudeste e 129 a 169 na região nordeste, mas apresenta tendência de queda de 46% no LCOE médio até

³ Levelized Cost of Energy (LCOE) ou custo nivelado de eletricidade. É calculado dividindo-se o custo total da usina — incluindo custo de construção (capex), custo de operação ao longo da vida útil (opex) e valor dos equipamentos ao final da vida útil (residual) — pela energia total produzida ao longo da vida útil da usina.

2040. Ou seja, a energia eólica brasileira pode atingir um LCOE de 20 a 24 USD/MWh em 2030 e 17 a 21 USD/MWh em 2040; enquanto a energia solar pode atingir um LCOE de 17 a 21 USD/MWh em 2030 e 13 a 17 USD/MWh em 2040:

Previsão de LCOE de Solar e Eólica em grande escala no Brasil



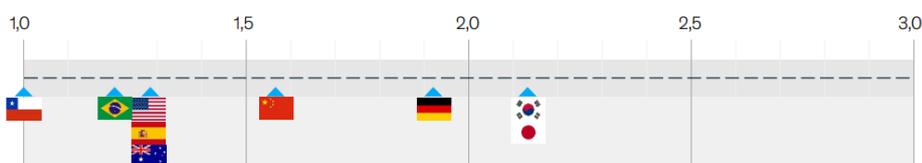
Fonte: McKinsey & Company (2021)

Outro fator que coloca o Brasil em posição vantajosa é a sua extensão territorial, haja vista a grande disponibilidade de terras destinadas à produção energética e a possibilidade de ambos os recursos (solar e eólica) serem combinados na mesma localização, como já ocorre, por exemplo, em estados como Ceará, Piauí e Bahia. Além disso, a localização estratégica do país, a já existente ampla rede de transmissão de energia elétrica conectando a maior parte do território nacional e a vasta experiência com tecnologias de captura e injeção de CO₂, no caso do “hidrogênio azul”, permitem que o Brasil não seja apenas um mero produtor de Hidrogênio Verde, mas um exportador para países com menor potencial de desenvolvimento e espaço para instalação dos processos produtivos, a exemplo dos países da União Europeia (CNI, 2022, p. 86).

Tendo em vista que o custo de energia representa de 70% a 80% do custo total de produção, dados apontam que o Brasil tem capacidade para produzir um dos “hidrogênios verdes” mais baratos do mundo, tornando o país competitivo para fins de exportação internacional, na medida em que estatísticas indicam que o custo nivelado do hidrogênio verde brasileiro (LCOH) ficaria ao redor de ~1,50 USD/kg de Hidrogênio Verde em 2030 (McKINSEY & COMPANY, 2021, p. 5):

O Brasil está entre os players globais mais competitivos de exportação de H₂ verde

Benchmark de LCOH, 2030 USD/kg de H₂



Fonte: McKinsey & Company (2021)

Em outras palavras, a grandiosidade do potencial brasileiro demonstra a relevância do estabelecimento de diretrizes e normas com o intuito de regulamentar a produção e exploração de hidrogênio verde no país, visando conferir segurança jurídica à atividade econômica e viabilizar investimentos internos e estrangeiros no ramo, dados os altos valores inerentes ao mercado de geração de energia, de modo que a ausência de disciplinamento jurídico da temática inutiliza a vocação nacional ao referido vetor energético. Apesar da existência de resoluções estaduais com aplicabilidade regional ou local, a exemplo da Resolução nº 3 de 10 de fevereiro de 2022, da Superintendência Estadual do Meio Ambiente -SEMACE, publicada em 14 de fevereiro de 2022, com eficácia restrita ao território do Estado do Ceará, no âmbito nacional inexistem marcos regulatórios específicos.

Não obstante, em setembro de 2022, o Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) criou o Programa Nacional de Hidrogênio (PNH2), com o fito de contribuir para que o país caminhe na rota do desenvolvimento sustentável com o aumento da competitividade e da participação do hidrogênio na matriz energética brasileira, com vistas à sua importância social e ambiental para o desenvolvimento.⁴ O programa foi regulamentado através da Resolução Normativa nº 6, de 23 de junho de 2022, aprovada em 3 de agosto de 2022, a qual autoriza a criação de 5 Câmaras Temáticas para desenvolver assuntos técnicos com enfoque na edição de normas regulamentadoras, na estruturação de planejamento energético, no crescimento do mercado e na cooperação internacional. Todavia, a natureza da questão revela a insuficiência de abordar a temática via instrumentos normativos infralegais, haja vista a necessidade de estabilização para o incentivo de investimentos, na medida em que entendimentos revogáveis a qualquer momento notabilizam a volatilidade do mercado.

O Projeto de Lei nº 725 de 2022⁵, de iniciativa do Senador Jean Paul Prates, em trâmite no Senado Federal, tem o escopo de disciplinar a inserção do hidrogênio como fonte de energia no Brasil, a partir do estabelecimento de parâmetros de incentivo, prevendo alterações na Lei nº 9.478, de 6 de Agosto de 1997⁶ - Lei do Petróleo e na Lei nº 9.847, de 26 de Outubro de 1999⁷ - Lei do Abastecimento Nacional de Combustíveis. A proposta objetiva regulamentar questões relacionadas à produção, importação, exportação, armazenagem, estocagem, padrões para uso e injeção nos pontos de entrega ou pontos de saída do hidrogênio.

⁴ Programa Nacional do Hidrogênio: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/mme-apresenta-ao-cnpe-proposta-de-diretrizes-para-o-programa-nacional-do-hidrogenio-pnh2/HidrogenioRelatriodiretrizes.pdf>

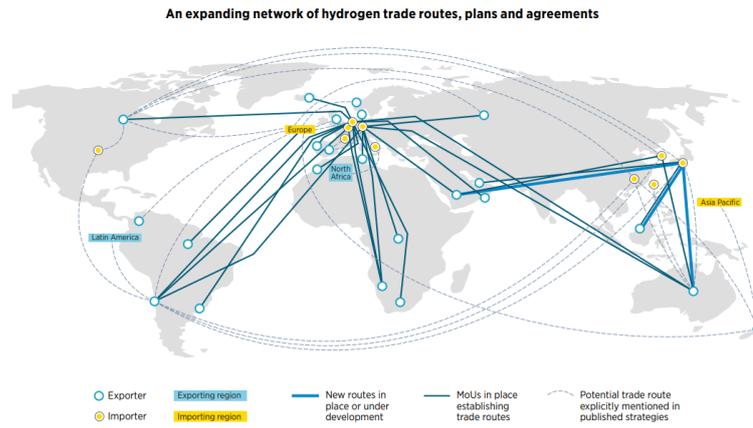
⁵ <https://legis.senado.leg.br/sdleg-getter/documento?dm=9096609&ts=1649252774766&disposition=inline>

⁶ <https://www.lexml.gov.br/urn/urn:lex:br:federal:lei:1997;9478>

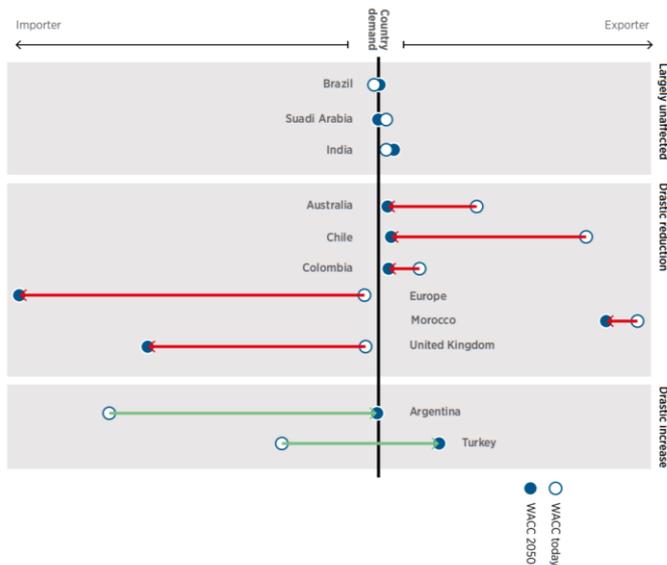
⁷ <https://www.lexml.gov.br/urn/urn:lex:br:federal:lei:1999;9847>

4. CERTIFICAÇÃO

O Hidrogênio Verde é dotado, assim, de funções socioambientais e econômicas, já que, além de ocasionar a descarbonização da economia, será responsável por inúmeras transações comerciais internacionais, na medida em que o Brasil almeja se reposicionar no globo terrestre como um dos exportadores de energia limpa eficiente. Consoante estimativas da Agência Internacional de Energias Renováveis, o mapa mundial será “redesenhado” de tal forma que até 2050 países naturalmente tendenciados à importação de hidrogênio se tornarão exportadores e vice-versa (IRENA, 2022, p. 12 e 47):



Fonte: IRENA (2022)



Fonte: IRENA (2022)

Diante de tais projeções, dúvidas surgem quanto à concretização prática do mercado do hidrogênio verde: Qual será a governança institucional e legal? Quem regulará e fiscalizará

o mercado? Quais normativos serão requeridos para assegurar condições de segurança, certificação de processos, de recursos humanos e especificação do combustível? Haverá trancamento tecnológico em rotas específicas de geração de hidrogênio? (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2021, p. 18). Constatadas as divergências de entendimento quanto à delimitação conceitual do termo “hidrogênio verde” e verificadas as peculiaridades e a linha tênue que diferencia cada espectro, em relação às fontes e às técnicas de coleta e de produção do hidrogênio, indaga-se: Como garantir, por exemplo, que o hidrogênio produzido no Brasil seja reconhecido na Europa como sustentável? Como saber, então, se o hidrogênio produzido é considerado de baixo teor de CO₂?

Um eletrolisador que utiliza uma parcela significativa de sua capacidade dedicada e renovável – cerca de 80%, por exemplo –, possui em tese uma baixa emissão de carbono. Contudo, a depender dos critérios de certificação, ou seja, do entendimento de grau de pureza do país importador, pode não ser considerado “verde”. Nesse viés, a competitividade do Brasil e a capacidade do país produzir um dos “hidrogênios verdes” mais baratos do mundo está intrinsecamente relacionada com os padrões de certificação adotados pela geopolítica mundial, com a compreensão do significado atribuído à terminologia “hidrogênio verde” (McKINSEY & COMPANY, 2021, p. 6).

Para fins de exportação, o hidrogênio deverá seguir requisitos internacionais. No que se refere ao uso doméstico, o cumprimento das estipulações impostas pelos países estrangeiros encontra limitação na remota hipótese de atuação de empresas de capital estrangeiro sediadas no país com matriz no exterior. Desse modo, devem ser estabelecidos padrões nacionais, cuja eficácia é circunscrita às relações domésticas usuais, além do atendimento de padrões internacionais, que orientarão as situações que envolvem ativos estrangeiros.

Visto que existem diversos modelos de certificação que regem as diferenças regiões do planeta, alguns critérios deverão ser escolhidos em decorrência do planejamento estratégico nacional. Ao observar o mapa acima, denota-se que a União Europeia e países do leste asiático, como o Japão, são apontados como os principais importadores do hidrogênio verde, sobretudo em razão da ausência de propensão de tais regiões à geração de energias renováveis, de modo que tais padrões devem ser priorizados na adequação brasileira. No caso da União Europeia, a diretiva regulamentadora⁸ foi recentemente modificada em 14 de setembro de 2022, mas ainda sem a definição do teor de CO₂ aceito.

⁸ https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv:OJ.L_.2018.328.01.0082.01.ENG&toc=OJ:L:2018:328:TOC

CONCLUSÕES

As consequências do período do Antropoceno já podem ser percebidas e, devido ao descumprimento das promessas celebradas no bojo dos acordos e convenções internacionais sobre mudanças climáticas, a transição energética ocupa pauta central a ser apreciada pelos Estados, de forma que o aquecimento global não se trata mais de problemática a ser enfrentada pelas gerações vindouras. A transição energética surge, assim, em decorrência da necessidade de substituir matrizes energéticas alicerçadas na emissão de GEE intensificadores da poluição terrestre.

Nesse sentido, o hidrogênio verde, gerado com base em fontes renováveis, demonstra-se como um caminho a ser tomado rumo à descarbonização da economia, evitando, porém, que a questão ambiental represente sacrifícios em termos de eficiência energética. No que se refere ao Brasil, em virtude de suas condições naturais e localização geográfica privilegiada, o país é indicado como capaz de produzir um dos “hidrogênios” zero emissão de carbono mais baratos do mundo, o que confere ao país competitividade para exportar energia.

Contudo, a ausência de dispositivos legais que vinculem e uniformizem a disciplina jurídica do hidrogênio verde em todo o território nacional impede que o país seja atrativo para angariar investimentos de iniciativas brasileiras e/ou estrangeiras, haja vista a falta de segurança jurídica da atividade econômica e as fragilidades de dispositivos infralegais facilmente revogáveis, de modo que a falta de marcos regulatórios resulta na “nadificação” do potencial brasileiro. No que concerne à delimitação do conceito de hidrogênio verde para fins de exportação, observa-se a necessidade de cumprir com os padrões de certificação internacional, bem como fixar diretrizes norteadoras do mercado interno de hidrogênio, com o intuito de delinear as transações comerciais internas.

REFERÊNCIAS

BAKER MCKENZIE (2020). **Shaping tomorrow’s Global hydrogen market**. Disponível em: <https://www.bakermckenzie.com/en/insight/publications/2020/01/shapingtomorrows-global-hydrogen-market>.

BNEF – Bloomberg New Energy Finance (2020). **Hydrogen Economy Outlook Key Messages**. Disponível em: [Hydrogen-EconomyOutlook-Key-Messages-30-Mar-2020.pdf](#). Acessado em 10 de out de 2022.

BRASIL. **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. [S. l.], 6 ago. 1996.

BRASIL. **Lei nº 9.847, de 26 de outubro de 1999**. Dispõe sobre a fiscalização das atividades relativas ao abastecimento nacional de combustíveis, de que trata a Lei no 9.478, de 6 de agosto de 1997, estabelece sanções administrativas e dá outras providências. [S. l.], 26 out. 1999.

BRASIL, Ministério de Minas e Energia. **Plano Nacional de Energia 2050** (Empresa de Pesquisa Energética) Brasília: MME/EPE, 2020.

BRASIL, Ministério de Minas e Energia. **Programa Nacional do Hidrogênio**. 2022. Disponível em < <https://www.gov.br/mme/pt-br/programa-nacional-de-hidrogenio-2013-pnh2> > Acesso em: 26 de setembro de 2022.

BRASIL, Ministério de Minas e Energia. **Resolução nº 6, de 23 de junho de 2022**. 2022. 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: 24 de setembro de 2022.

CARBON BRIEF. **Analysis: Which countries are historically responsible for climate change**, 2021. Disponível em: <https://www.carbonbrief.org/analysis-which-countries-are-historically-responsible-for-climate-change/>

CARDUCCI, di Michele. **La ricerca dei caratteri differenziali della “giustizia climatica”**. Saggi – DPCE online, 2020.

CEARÁ, **Resolução COEMA nº 3 de 10/02/2022**. Disponível em <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=427495> > Acesso em: 28 de maio de 2022.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Hidrogênio Sustentável: perspectivas e potencial para a indústria brasileira**. Brasília: CNI, 2022.

ELKINGTON, John. **The triple bottom line: Environmental management: Readings and cases**, v. 2, p. 49-66, 1997.

GIDDENS, Anthony. **Sociologia**. 6. ed. Porto Alegre: Penso, 2012.

GLOBAL CARBON PROJECT. **Supplemental data of Global Carbon Budget 2021** (Version 1.0) [online]. [s. l.], 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.18160/gcp-2021>. Acesso em: 2 out 2022.

Hannah Ritchie, Max Roser and Pablo Rosado (2020) - **"CO₂ and Greenhouse Gas Emissions"**. Published online at [OurWorldInData.org](https://www.ourworldindata.org). Retrieved from: <https://ourworldindata.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions> [Online Resource]

H2-VIEW (2020). **Hydrogen: Clearing up the colours**. Disponível em: <https://www.h2-view.com/story/hydrogen-clearing-up-the-colours/>. Acessado em 7 de janeiro de 2020.

IEA (2019a). **The Future of Hydrogen: Seizing today’s opportunities**, IEA, Paris.

INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY (IRENA) (2022). **Geopolitics of the Energy Transformation: The Hydrogen Factor**, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.

INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY (IRENA). **Green hydrogen: A guide to policy making** [online]. Abu Dhabi: IRENA, 2020. Disponível em: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2020/Nov/IRENA_Green_hydrogen_policy_2020.pdf. Acesso em: 1 set. 2022.

IPCC, 2022. *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Lösschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press. In Press.

LATOUCHE, Serge. **Pequeno tratado do decrescimento sereno**. Tradução de Claudia Berliner. Martins Fontes: São Paulo, 2009.

LEFF, Enrique. **Saber ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder**. Tradução de Lúcia Mathilde Endlich Orth. Petrópolis, RJ: Vozes, 2001.

LOPES, D. G. Análise técnica e econômica da inserção da tecnologia de produção de hidrogênio a partir da reforma de etanol para geração de energia elétrica com células a combustível. In: Capítulo 5: **Análise Econômica**, 2009. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2009, pp. 57-65.

McKINSEY & COMPANY. **Hidrogênio Verde: uma oportunidade de geração de riqueza com sustentabilidade, para o Brasil e o mundo**. (Wieland Gurlit; João Guillaumon; Marcelo Aude; e Henrique Ceotto) McKinsey Global Publishing, 2021.

MILARÉ, Édis. **Direito do ambiente**. 9. ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2014, p. 1.598.

MME - Ministério de Minas e Energia (2021). **Bases para a consolidação da Estratégia Brasileira do Hidrogênio**. (Coordenação Geral: Thiago Vasconcellos Barral Ferreira; Coordenação Executiva: Giovani Vitória Machado).

MME - Ministério de Minas e Energia (2020). **Balanco Energético Nacional 2020**. (Coordenação Técnica: Rogério Antônio Da Silva Matos; Empresa de Pesquisa Energética – EPE).

NASA Goddard Institute for Space Studies (2021) **GISS Surface Temperature Analysis (GISTEMP)**. Accessed Setembro 27, 2022.

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO (ONS). **Geração de energia**. Geração de Energia Tipo de Usina http://www.ons.org.br/Paginas/resultados-da-operacao/historico-da-operacao/geracao_energia.aspx. Rio de Janeiro: ONS, 2022.

RITCHIE, Hannah; ROSER, Max. Energy Production and Consumption [online]. In: Our World In Data. **Oxford**, 2020. Disponível em: <https://ourworldindata.org/energyproduction-consumption>. Acesso em: 1 set. 2022.

SANTOS, Vitor Manuel. O PAPEL DO HIDROGÊNIO NA TRANSIÇÃO ENERGÉTICA MUNDIAL E SEUS DESDOBRAMENTOS NO SISTEMA ENERGÉTICO BRASILEIRO. **A geopolítica da energia do século XXI**, 2021.

SPEIGHT, James G. **Climate Change Demystified**. Beverly, MA: Scrivener Publishing, 2020.

STEFFEN, Will et al. **The Anthropoceno**: conceptual and historical perspectives. *Philosophical Transactions: Mathematical, Physical and Engineering Sciences (Royal Society)*, v. 369 (The Antropocene: a new epoch of geological time?), n. 1938, p. 849-853, mar. 2011.

TIROLE, Jean. **Economia do bem comum**. Trad. André Telles. Rio de Janeiro: Zahar, 2020, p. 213-222.