



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS E SOCIAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO DE CIÊNCIAS SOCIAIS EM
AGRICULTURA, DESENVOLVIMENTO E SOCIEDADE

KARINA PECIS VALENTI

**NOVAS FRONTEIRAS DE EXPROPRIAÇÃO, VELHAS ROUPAS DO
IMPERIALISMO: TRANSIÇÃO ENERGÉTICA E A CORRELAÇÃO DE
FORÇAS DO AVANÇO DA INDÚSTRIA EÓLICA OFFSHORE PARA
PRODUÇÃO DE HIDROGÊNIO VERDE NO BRASIL**

RIO DE JANEIRO

2025

KARINA PECIS VALENTI

NOVAS FRONTEIRAS DE EXPROPRIAÇÃO, VELHAS ROUPAS DO
IMPERIALISMO: TRANSIÇÃO ENERGÉTICA E A CORRELAÇÃO DE FORÇAS
DO AVANÇO DA INDÚSTRIA EÓLICA OFFSHORE PARA PRODUÇÃO DE
HIDROGÊNIO VERDE NO BRASIL

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação de Ciências Sociais em
Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade
da Universidade Federal Rural do Rio de
Janeiro, como requisito parcial para a
obtenção do grau de Mestre em Ciências
Sociais.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Fabrina Pontes
Furtado

RIO DE JANEIRO

2025

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

V155nn Valenti, Karina Pecis, 1998-
Novas fronteiras de expropriação, velhas roupas do
imperialismo: transição energética e a correlação de
forças do avanço da indústria eólica offshore para
produção de hidrogênio verde no Brasil / Karina Pecis
Valenti. - Rio de Janeiro, 2025.
300 f.

Orientadora: Fabrina Pontes Furtado.
Dissertação(Mestrado). -- Universidade Federal Rural
do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação de
Ciências Sociais em Desenvolvimento, Agricultura e
Sociedade, 2025.

1. Hidrogênio verde. 2. Eólicas offshore. 3.
Transição energética. 4. Capital-imperialismo. I.
Furtado, Fabrina Pontes, 1977-, orient. II
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.
Programa de Pós-Graduação de Ciências Sociais em
Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade III. Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO

Programa de Pós-Graduação de Ciências Sociais em Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade (CPDA)

KARINA PECIS VALENTI

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação de Ciências Sociais em Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciências Sociais.

Dissertação aprovada em 11/06/2025.



Documento assinado digitalmente
FABRINA PONTES FURTADO
Data: 24/11/2025 17:01:27-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.^a Dr.^a FABRINA PONTES FURTADO (CPDA/UFRRJ)
(Orientadora)



Documento assinado digitalmente
EDUARDO SA BARRETO CRUZ
Data: 26/06/2025 18:16:04-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. EDUARDO SÁ BARRETO (UFF)



Documento assinado digitalmente
MARIANA TRALDI
Data: 26/06/2025 16:36:13-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.^a Dr.^a MARIANA TRALDI (IFSP)



Documento assinado digitalmente
SERGIO PEREIRA LEITE
Data: 24/11/2025 19:31:51-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. SÉRGIO PEREIRA LEITE, (CPDA/UFRRJ)

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES). Assim, agradeço aos movimentos sociais que vieram antes de mim e construíram uma estrutura institucional que hoje, mesmo sob a navalha cada vez mais afiada da privatização da educação no Brasil, resultaram em vias de fomento à universidade pública e ao acesso e à produção de ciência para a população brasileira.

Agradeço ao Programa de Pós-Graduação de Ciências Sociais em Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (CPDA/UFRRJ), e todo o corpo técnico, sempre a postos para auxiliar a mim e demais estudantes. Agradeço especialmente a todos os professores que encontrei nestes anos e que, cada um a sua maneira, contribuíram para a minha formação e cujas trocas dentro ou fora de sala de aula fizeram ser possível que eu chegasse a este trabalho. Agradeço particularmente ao professor Sergio Leite e à professora Karina Kato, e à recepção calorosa no Grupo de Estudos sobre Mudanças Sociais, Agronegócio e Políticas Públicas (GEMAP). Que seja o início de muitas parcerias!

Como não poderia deixar de ser, agradeço à minha orientadora, professora Fabrina Furtado, por se dispor ao debate nos espaços de sala de aula, pela parceria no ambiente universitário e pela sempre atenta leitura às minhas (longas, rs) versões dessa dissertação. Seu movimento de democratizar a universidade abre diversos caminhos, dentre os quais me foi oportunizado pesquisar junto a instituição de peso que é a Fundação Rosa Luxemburgo, e fazer parte do riquíssimo processo do mapeamento “Em Nome do Clima”, no qual conseguimos juntar lideranças femininas de territórios do país todo nas salas de aula do CPDA.

Não posso deixar de dar um agradecimento muito especial ao Pedro Leão, minha duplinha, meu parceiro nesse desbravamento que é entrar na pós-graduação, e que esteve junto comigo em praticamente todos os passos do meu mestrado. Amo nossa parceria e nossa amizade, te quero sempre perto, tanto em empreitadas acadêmicas quanto cervejas na Lapa.

Também têm um lugar especial na minha formação e em mim todos meus colegas da turma de 2023/1 do CPDA, especialmente João Felipe, Julia Dolce e Fran Paula. Tenho orgulho e um carinho imenso por cada um de vocês, pesquisadores e militantes incríveis e amigos muito queridos! Também agradeço a todos os membros da orientação coletiva, que foi um espaço fundamental para ter contato com novas perspectivas do meu trabalho.

Agradeço especialmente à Carol Boletta e ao Fernando Fernandes, que feliz encontra-los nesse caminho!

Saindo das cercanias acadêmicas, agradeço profundamente meus pais, Miriam e Tiago, e os pais da Sofi, minha irmã Luiza e meu cunhado Vinicius, que me possibilitam todo dia ter a segurança do carinho e suporte incondicionais, além de terem me propiciado uma formação de qualidade e com muito incentivo à leitura, ao estudo e à ciência. E, obviamente, à Sofi, amor da tia Kaki, que durante esses anos vi nascer, crescer e agora já falar, e que mesmo a distância conseguimos nos acompanhar e nos amar juntinhas!

Queria muito agradecer ao meu amor, meu companheiro de casa e vida, Rodrigo, pelas muitas e muitas madrugadas tentando ficar acordado no sofá e acompanhar minha escrita, pelo apoio decisivo em momentos difíceis, tanto da escrita quanto outros que nos escancaram, e te agradeço por me proporcionar um carinho, uma ternura e um respeito tão profundos que eu não sabia ser possível até cruzarmos o caminho e seguirmos juntos. Te amo!

Aos meus amigos, de longa data ou mais recentes, que conhecem tantas versões diferentes minhas, e que me fazem amenizar a nostalgia da cada vez mais impossível formação de coletivos e comunidade, eu amo vocês e obrigada por existirem na minha vida. Matheusinho, meu irmão, meu parceiro da não simples migração do sul à capital fluminense, amo compartilhar o cotidiano mais banal e os sonhos mais utópicos contigo. Manu e Nelsim, meus mestres desse surto que é essa cidade de vocês, obrigada por fazerem minha moradia aqui menos estrangeira, amo profundamente vocês. Ana Clara, minha irmãzinha bicuda, muitas vezes minha consciência rs, amo a fluidez e a simplicidade da nossa intimidade. Também agradeço meu muito querido companheiro Renato Tuxá, meu grande amigo Bruno Araújo, e tantos outros militantes incríveis do PSOL e do Popularize que me dão a honra de dividir a construção da luta inadiável contra o fim do mundo.

Também agradeço a Letícia Camargo, militante ecossocialista cujo trabalho de incidência política no Congresso é da maior importância para o avanço da pauta socioambiental e dos direitos dos povos tradicionais do nosso país. Muito obrigada pela sua disponibilidade em trocar informações e compartilhar os meandros do Congresso!

Por fim, agradeço à minha gauchada, minha origem, gente que conhece mais de mim do que eu mesma e que, cada um de uma forma, vai crescendo junto mesmo que não mais dividindo o mesmo chão e teto. Aos meus de fé, Jonas, Isabela, Soko, Cici, Fe, Bolinho e Celo, vocês são infinitos.

RESUMO

VALENTI, Karina Pecis. **Novas Fronteiras de Expropriação, Velhas Roupas do Imperialismo: Transição Energética e a Correlação de Forças do Avanço da Indústria Eólica Offshore para a Produção de Hidrogênio Verde no Brasil.** 2025, x p. Dissertação (Mestrado em Ciências Sociais em Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade). Instituto de Ciências Humanas e Sociais. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ, 2025.

O presente trabalho investigou como o avanço do sistema hidrogênio verde-eólicas offshore no Brasil expõe as contradições subjacentes à transição energética, tal qual proposta atualmente pelo capital internacional. Para isso, realizou-se uma análise da correlação de forças deste processo, a partir de revisão bibliográfica das seguintes áreas: i) imperialismo e crise do capital; ii) transição energética e iii) geopolítica da energia. Além disso, realizou-se análise documental de relatórios, pareceres e legislações provenientes de: i) arcabouço legal-normativo da União Europeia e da Alemanha; ii) órgãos e instâncias governamentais brasileiros - como Ibama, BNDES, Ministério do Meio Ambiente, Ministério de Minas e Energia, Ministério da Fazenda e Congresso Nacional; iii) associações brasileiras, centros de pesquisa, observatórios e institutos referentes ao setor; e iv) organismos internacionais e órgãos governamentais de países estrangeiros. A pesquisa teve como objetivos específicos: i) explorar os vínculos entre os fundamentos do metabolismo social e o capital-imperialismo, relacionando-os com as demandas do capital internacional em seu momento de crise endógena e compreender o papel da transição energética do século XXI nesse contexto; ii) analisar os interesses da União Europeia, em particular da Alemanha, na promoção da transição energética e na consolidação do sistema hidrogênio verde-eólicas offshore como mecanismo de projeção global de poder, e iii) avaliar as contradições e disputas em torno da implantação desse sistema no Brasil, identificando as principais arenas de disputa, os atores envolvidos e a correlação de forças dessa conjuntura. Dentre os principais resultados, ressaltamos: i) a vinculação entre o projeto de transição energética hegemônico às necessidades de recuperação do capital de sua crise endógena; ii) o papel central do sistema hidrogênio verde-eólicas offshore promovido pela União Europeia e pela Alemanha na internacionalização do Consenso da Descarbonização; iii) a adesão acrítica do governo federal ao programa hegemônico de transição energética, substituindo a construção de um debate democrático e popular, e iv) a necessidade de demarcação dos territórios da pesca tradicional no Brasil.

Palavras-Chave: Hidrogênio verde; eólicas offshore; transição energética; capital-imperialismo.

ABSTRACT

VALENTI, Karina Pecis. **New Frontiers of Expropriation, Old Clothes of Imperialism: Energy Transition and the Correlation of Forces in the Advancement of the Offshore Wind Industry for Green Hydrogen Production in Brazil.** 2025, x p. Dissertation (Master's in Social Sciences in Development, Agriculture and Society). Institute of Human and Social Sciences. Federal Rural University of Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ, 2025.

This study investigated how the advancement of the green hydrogen–offshore wind power system in Brazil reveals the underlying contradictions of the energy transition as currently proposed by international capital. To that end, an analysis was conducted of the balance of forces shaping this process, based on a literature review in the following areas: i) imperialism and the crisis of capital; ii) energy transition; and iii) energy geopolitics. Additionally, document analysis was carried out using reports, opinions, and legislation from: i) the legal and regulatory framework of the European Union and Germany; ii) Brazilian government bodies and agencies – such as IBAMA, BNDES, Ministry of the Environment, Ministry of Mines and Energy, Ministry of Finance, and the National Congress; iii) Brazilian associations, research centers, observatories, and institutes related to the sector; and iv) international organizations and foreign government agencies. The specific objectives of the research were: i) to explore the connections between the foundations of social metabolism and capital-imperialism, linking them to the demands of international capital in its moment of endogenous crisis, and to understand the role of the 21st-century energy transition in this context; ii) to analyze the interests of the European Union, particularly Germany, in promoting the energy transition and consolidating the green hydrogen–offshore wind power system as a mechanism of global power projection; and iii) to assess the contradictions and disputes surrounding the implementation of this system in Brazil, identifying the main arenas of dispute, the actors involved, and the balance of forces in this context. Among the main findings, we highlight: i) the link between the hegemonic energy transition project and the need for capital to recover from its endogenous crisis; ii) the central role of the green hydrogen–offshore wind power system promoted by the European Union and Germany in the internationalization of the “Decarbonization Consensus”; iii) the uncritical adherence of the Brazilian federal government to the hegemonic energy transition agenda, replacing the construction of a democratic and popular debate; and iv) the need to demarcate the territories of traditional fishing communities in Brazil.

Keywords: Green hydrogen; offshore wind; energy transition; capital-imperialism.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Produção, conversão e usos finais do hidrogênio verde	72
Figura 2 - Fluxograma da infraestrutura elétrica de complexos eólicos offshore	98
Figura 3 – Intensidade de projetos de usinas eólicas offshore sobrepostos no litoral brasileiro, até dezembro de 2024	156

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Códigos de cores do hidrogênio, conforme Estratégia Nacional de Hidrogênio da Alemanha e variações na literatura especializada	75
Quadro 2 - Associações patronais relacionadas ao lobby do hidrogênio verde-eólicas offshore no Brasil	124
Quadro 3 - Principais projetos comerciais para produção de hidrogênio verde no Brasil, até outubro de 2024	134
Quadro 4 – Empresas que assinaram MoUs para implementar projetos relacionados à indústria de hidrogênio verde no Complexo do Pecém (CE), até outubro de 2024	139
Quadro 5 - Políticas e planos estaduais brasileiros sancionados para regulação da atividade industrial do hidrogênio de baixa emissão de carbono	151
Quadro 6 – Mapeamento por região dos processos de energia eólica offshore protocolados no Ibama, até dezembro de 2024	155
Quadro 7 - Mapeamento por empresa dos projetos de energia eólica offshore protocolados no Ibama, até dezembro de 2024	158
Quadro 8 - Ações do Programa Nacional do Hidrogênio (PNH2) com participação direta da GIZ e de outras instituições alemãs	198

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Crescimento absoluto (à esquerda) e relativo (à direita) da matriz energética dos Estados Unidos	33
Gráfico 2 - Participação no comércio mundial dos maiores fornecedores de potenciais produtos de proteção ambiental de 2007 a 2017 (em %)	53
Gráfico 3 - Importações da União Europeia de produtos de energia selecionados em 2023	57
Gráfico 4 - Redução das importações de gás russo na União Europeia (janeiro de 2019 a novembro de 2022)	64
Gráfico 5 - Exportações anuais de gás natural liquefeito dos Estados Unidos por destino (de 2020 a 2022)	64
Gráfico 6 - Projeção de produção de hidrogênio verde por eletrólise, conforme REPowerEU	79
Gráfico 7 - Retirada atual e projetada de água doce para a produção global de hidrogênio, por rota tecnológica	82
Gráfico 8 - Projetos da Agência Alemã de Cooperação Internacional (GIZ) em 2025 (investimento por número de projetos)	96
Gráfico 9 - Evolução dos custos iniciais para usinas solares e eólicas em larga escala	100
Gráfico 10 – Novas instalações de energia eólica offshore entre Europa, China e resto do mundo, em MW	102
Gráfico 11 - Capacidade instalada de energia eólica offshore no mundo em 2023, por país (esquerda) e por região (direita)	103
Gráfico 12 - Fluxo energético brasileiro em 2023	108
Gráfico 13 - Fluxo elétrico brasileiro em 2023	109
Gráfico 14 – Aumento do número e potência dos projetos de energia eólica offshore protocolados no Ibama, entre 2019 e 2024	154
Gráfico 15 – Distância de aerogeradores da costa dos processos de eólicas offshore junto ao Ibama, até dezembro de 2024	165
Gráfico 16 – Evolução da distância da costa e da profundidade em projetos de eólicas offshore no mundo	166
Gráfico 17 - Participação dos setores no perfil das emissões brasileiras em 2022 e 2023	173

Gráfico 18 – Variação da disponibilidade de recursos energéticos onshore para a produção de hidrogênio no Brasil, de 2020 a 2050	182
Gráfico 19 - Expansão de usinas certificadas e capacidade de energias renováveis registrada no Brasil (2019-2023)	192
Gráfico 20 – Emissão de gás carbônico por rota tecnológica (kgCO ₂ eq/kgH ₂)	214

LISTA DE MAPAS

Mapa 1 - Mapa mundial de projeção de custo de hidrogênio verde para 2050	89
Mapa 2 - Iniciativas do Global Gateway (janeiro de 2024)	90
Mapa 3 - Acordos mobilizados pela Alemanha com países parceiros para a promoção do hidrogênio verde	94
Mapa 4 - Potencial teórico de produção de hidrogênio verde com energia eólica offshore	115
Mapa 5 - Índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) nos anos de 2000 e 2021 no Complexo Industrial Portuário de Pecém (CIPP)	138

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Abecólica - Associação Brasileira de Energia Eólica

ABH2 - Associação Brasileira do Hidrogênio

ABHAV - Associação Brasileira de Hidrogênio e Amônia Verde

ABHIC - Associação Brasileira de Hidrogênio e Combustíveis Sustentáveis

ABIHV - Associação Brasileira da Indústria do Hidrogênio Verde

Abiogás - Associação Brasileira do Biogás e do Biometano

Absolar - Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica

ADFD - Abu Dhabi Fund for Development

ADNOC - Empresa Nacional de Petróleo de Abu Dhabi

AHK - Câmara de Comércio Brasil-Alemanha

AIIB - Banco Asiático de Investimento em Infraestrutura

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica

BAG - Grupo Consultivo Empresarial

BEE - Agência Federal de Energia Renovável

BEI - Banco Europeu de Investimento

BID - Banco Interamericano de Desenvolvimento

BMZ - Ministério para a Cooperação Econômica e Desenvolvimento da Alemanha

BNDES - Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social

BWE - Associação Alemã de Energia Eólica

CBAM - Mecanismo de Ajuste da Fronteira de Carbono

CBEE - Centro Brasileiro de Energia Eólica

CCUS - Captura, utilização e armazenamento de carbono

CEENERG - Comissão Especial para estudo, avaliação e acompanhamento das iniciativas e medidas adotadas para transição energética – Fontes Renováveis e Produção de Hidrogênio Verde no Brasil

CEHV - Comissão Especial para Debate de Políticas Públicas sobre Hidrogênio Verde

CELPE - Companhia Energética de Pernambuco

CEM - Clean Energy Ministerial

CEPAL - Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe

CEPEL - Centro de Pesquisas de Energia Elétrica

CI - Comissão de Infraestrutura

CIPP - Complexo Industrial e Portuário do Pecém

CIPS - Complexo Industrial Portuário de Suape
CMA - Comissão do Meio Ambiente
CNI - Confederação Nacional da Indústria
CNPE - Conselho Nacional de Política Energética
COP - Conferência das Partes
DUH - Ajuda Ambiental Alemã
EBRD - Banco Europeu para a Reconstrução e o Desenvolvimento
EDP - Estratégia democrático-popular
EIA - Estudo de Impacto Ambiental
EPE - Empresa de Pesquisa Energética
EPO - Instituto Europeu de Patentes
EREC - Conselho Europeu de Energia Renovável
EREF - Federação Europeia de Energia Renovável
EU ETS - Sistema de Comércio de Emissões da União Europeia
EUDR - Regulamento Anti-Desmatamento da União Europeia
FPA - Frente Parlamentar da Agropecuária
GOWA - Aliança Global para a Energia Eólica Offshore
GW – Gigawatt
GWEC - Conselho Global de Energia Eólica
HINT.CO - Hydrogen Intermediary Network Company
IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
INCA - Acordo de Compensação Internacional
INEL - Instituto Nacional de Energia Limpa
IPF - International Patent Families
IRA - Inflation Reduction Act
IRENA - Agência Internacional para as Energias Renováveis
ISHHD - Estratégia de Importação de Hidrogênio e Derivados da Alemanha
MAR - Movimento dos Atingidos por Renováveis
MCM - Mecanismo de Correção de Mercado
MCT - Ministério de Ciência e Tecnologia
MCTIC - Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações
MMA - Ministério de Minas e Energia
MOU – Memorando de Entendimento

NHS - Estratégia Nacional de Hidrogênio da Alemanha

OCDE - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico

ODS - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

OIT - Organização Internacional do Trabalho

ONS - Operador Nacional do Sistema Elétrico

ONU – Organização das Nações Unidas

OPEP - Organização de Países Exportadores de Petróleo

OTAN - Organização do Tratado do Atlântico Norte

PAAR - Plano Anual de Aplicação de Recursos

PAC - Programa de Aceleração do Crescimento

PDE - Plano Decenal Energético

PD&I - Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação

PEM - Planejamento Espacial Marinho

PHBC - Programa de Desenvolvimento do Hidrogênio de Baixa Emissão de Carbono

PNE - Plano Nacional de Energia

PNH2 - Programa Nacional do Hidrogênio

Proeólica - Programa Emergencial de Energia Eólica

Proinfa - Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica

Rehidro - Regime Especial de Incentivos para a Produção de Hidrogênio de Baixa Emissão de Carbono

RIMA - Relatório de Impacto Ambiental

SAF - Combustível Sustentável de Aviação

SBCH - Sistema Brasileiro de Certificação de Hidrogênio

TAUS - Termo de Autorização de Uso Sustentável

UE – União Europeia

ZPE - Zona de Processamento de Exportação

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	A TRANSIÇÃO ENERGÉTICA DO SÉCULO XXI: SINTOMAS DO RACISMO AMBIENTAL, DA CRISE DO CAPITAL E DA DISPUTA INTERIMPERIALISTA	26
2.1	A transição energética contemporânea em perspectiva: a aceleração do espaço-tempo, racismo ambiental e o metabolismo social do capital-imperialismo	26
2.2	Entre o avanço chinês nas renováveis e a dependência europeia pelo gás russo: a disputa da Alemanha pela transição energética global	47
3	O SISTEMA HIDROGÊNIO VERDE-EÓLICAS OFFSHORE: DO BERÇO EUROPEU À COSTA BRASILEIRA	69
3.1	A aposta alemã para emplacar a Energiewende: a construção do sistema hidrogênio verde-eólicas offshore	69
3.2	Uma promessa para a reindustrialização da economia brasileira: quais caminhos levam ao projeto do “combustível do futuro” no Brasil?	108
4	A CHEGADA DO HIDROGÊNIO VERDE E DAS EÓLICAS OFFSHORE NO BRASIL: CONTRADIÇÕES E DISPUTAS	133
4.1	Setor privado na linha de frente: um panorama dos primeiros projetos do sistema hidrogênio verde-eólicas offshore no Brasil	133
4.2	A estratégia brasileira para o hidrogênio e a abdicação de um programa popular no primeiro biênio do governo Lula III	171
4.3	“Greenwashing” parlamentar e a disputa política pelos Marcos Legais do Hidrogênio de Baixo Carbono e das Eólicas Offshore no Congresso Nacional	201
5	CONCLUSÃO	228
	REFERÊNCIAS	239

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, vem ganhando corpo nos noticiários, em conferências e feiras internacionais, e mesmo em planos de governo do Brasil, uma nova aposta no setor energético: o hidrogênio verde. Essa crescente tendência do mercado internacional de energia vem sendo anunciada como uma alternativa para as corporações do setor se adaptarem frente ao imperativo do novo paradigma de descarbonização da produção, parâmetro que tem ganhado amplo espaço no combate às mudanças climáticas. O hidrogênio verde tem alcançado um espaço de destaque no debate contemporâneo acerca da transição energética, uma vez que seja apresentado como uma potencial alternativa para a diminuição dos danos ambientais no setor de energia.

De acordo com o estudo “The Future of Hydrogen”, elaborado pela Agência Internacional de Energia (IEA), em junho de 2019, as 70 megatoneladas (Mt) que totalizam a produção anual de hidrogênio hoje no mundo são produzidas majoritariamente a partir do gás natural (76%) e do carvão mineral (23%). O processo de eletrólise de água, que consiste na quebra da molécula de água em hidrogênio e oxigênio, corresponde a menos de 0,1% dessa quantidade (IEA, 2019). É justamente na ampliação dessa rota tecnológica na cadeia produtiva do hidrogênio que o setor mira para produzir uma alternativa “verde”: na medida em que essa divisão molecular é feita com eletricidade oriunda das fontes amplamente conhecidas como “renováveis”, seu alibi para ganhar a alcunha de “sustentável” está garantido. Em outras palavras, a economia do hidrogênio encontra lastro no panteão da sustentabilidade ao conceber, no princípio de sua cadeia produtiva, a apropriação de elementos naturais ditos renováveis para a produção de energia, com foco nas energias solar e eólica.

Nesse sentido, conforme explicitado pela Agência Internacional para as Energias Renováveis (Irena) e pelo Instituto Europeu de Patentes (EPO), a produção de hidrogênio verde vem sendo construída a nível internacional de forma interligada ao avanço da indústria eólica offshore, ou seja, em alto-mar, e foi sendo direcionado para a construção de um sistema hidrogênio verde-eólicas offshore. De acordo com estas instituições, esse interesse do mercado de energia em desenvolver a produção de hidrogênio a partir da atividade eólica offshore está relacionado, entre outras vantagens, à expectativa de armazenamento de

energia, característica que justifica sua categorização como uma “fonte de energia variável” (Irena; EPO, 2023).

Esse tipo de flexibilidade anima o setor frente à incapacidade de organizar a produção e distribuição de energia de fontes renováveis no atual estágio desses mercados, ingerência esta que é alegada como um dos principais empecilhos para descarbonizar determinados setores e garantir a viabilidade da matriz eólica como alternativa para suprir a demanda atual da economia capitalista global (Irena; EPO, 2023). Assim, por essa qualidade, a produção eólica *offshore* atenderia essa demanda por possibilitar um maior nível de produtividade, bem como a captura e armazenagem do excedente de energia durante processos de superprodução - estes que vêm se assomando nos últimos anos (Ítalo, 2024a; Santos, 2024) -, de modo que o fornecimento energético possa ser estrategicamente distribuído.

Diferente da já mais consolidada indústria eólica em terra (*onshore*), em que as turbinas eólicas são fixadas na terra, a geração de energia eólica *offshore* possui uma configuração bastante distinta, envolvendo tanto o espaço marítimo quanto o terrestre. As usinas consistem na instalação de megaestruturas em corpos d’água, em profundidade de até 120m (EPE, 2020), e em uma distância da costa que pode vir a chegar ao limite técnico de até 200km (Guimarães, 2020), a fim de aproveitar a velocidade do vento em alto-mar, que chegar a uma diferença de até 10 m/s mais veloz que os ventos onshore (Ramakrishnan et al, 2024). Além disso, se trata de uma opção mais rentável em termos de produção em larga escala, embora ainda enfrente desafios tecnológicos.

A tecnologia *offshore* para a produção de energia eólica, ao ser vinculada aos projetos de produção de hidrogênio verde, tem se estendido internacionalmente para diversos países periféricos, dentre eles o Brasil. Conforme a última atualização de dados disponibilizada pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama), em dezembro de 2024 somaram-se 104 projetos previstos ao longo do território brasileiro na fila de espera para avaliação de licenciamento ambiental. Os estados com maior número projetos são Rio Grande do Sul (31) e Ceará (26), seguidos de Rio de Janeiro (16), Rio Grande do Norte (14) e Piauí (7) (Ibama, 2025).

Assim, em contraste com os ânimos do mercado internacional, a possibilidade de expandir ainda mais a fronteira da indústria capitalista para dentro do oceano é vista com preocupação e resistência por movimentos sociais e comunidades pesqueiras da costa

brasileira, que se veem afetados pela chegada destes megaempreendimentos. Se as usinas eólicas *onshore* já foram alvo de forte crítica e resistência por conta de seus impactos socioambientais, a perspectiva de profundas alterações nos ecossistemas marinhos e zonas costeiras oferecida pela grandiosa configuração das usinas eólicas *offshore* indica uma série de implicações socioambientais, que devem promover alterações ecológicas, culturais, econômicas e sociais nesses territórios (Bailey et al, 2014; Gorayeb et al, 2022). Em carta aberta aos parlamentares da Câmara Federal, no contexto de avanço do Marco Legal das Eólicas *Offshore*, em 2023, 110 comunidades tradicionais e movimentos sociais do país todo manifestaram suas preocupações frente à corrida desenfreada do setor, de forma a dar continuidade à luta já travada anteriormente pelo avanço da indústria eólica em terra.

Dentre os danos levantados, as organizações pontuam: i) perda da terra, do território e da água; ii) ameaça à biodiversidade; iii) agravos das vulnerabilidades sociais que afetam mulheres, jovens e crianças; iv) riscos à saúde mental; v) ameaça ao modo de viver tradicional; vi) falta de diálogo com as comunidades tradicionais e com outros sujeitos que usam e ocupam os ecossistemas naturais em questão, vii) descaso com órgãos ambientais, como Ibama e ICMBio (Carta, 2023). Neste documento é exposta a contradição fundamental que marca o projeto hegemônico de transição energética: basear suas propostas de combate às mudanças climáticas em atividades produtivas que perturbam e desorganizam ecossistemas e modos de vida que formam territórios, cuja mesma preservação é incontornável para o real enfrentamento das mudanças climáticas.

A este ponto, nos é colocado um questionamento candente que emana de nossa avaliação do cenário acima exposto: como o avanço da indústria eólica *offshore* vinculado ao projeto do hidrogênio verde no Brasil expõe as contradições subjacentes à transição energética tal qual proposta atualmente pelo capital? Com vistas a proporcionar sínteses que respondam a essa questão central, o presente estudo tem por objetivo oferecer uma análise da correlação de forças do avanço da indústria eólica *offshore* vinculado ao projeto do hidrogênio verde no Brasil. Entendemos ser esse o caminho que nos auxilia a responder à questão que esse estudo propõe, uma vez que é no interior das dinâmicas de alteração do poder que o movimento real dos processos estruturais sofridos por nossa sociedade são revelados e, portanto, as suas contradições.

Sob esse registro, avaliamos a análise de conjuntura (Marx, 2011) como uma ferramenta fundamental para atingir o objetivo acima exposto, pois ela nos instrumentaliza para analisar a dinâmica das forças políticas e sociais que justamente conferem movimento ao momento presente e revelam os elementos e projetos em disputa frente a determinado cenário de análise. Desta forma, adotaremos o materialismo histórico-dialético (Marx, 2004; Marx, 2007) como metodologia de análise. Entendemos que se trata do método analítico mais apropriado para responder à pergunta que orienta esta pesquisa, pois estabelece uma chave interpretativa que permite, de forma geral, a apreensão do movimento concreto da realidade, e de forma específica, o movimento que leva à consolidação da hegemonia da relação social capitalista em escala planetária e o avanço das fronteiras de expropriação inerentes ao capital-imperialismo, atual etapa do capitalismo (Fontes, 2010).

Posto isso, analisar as disputas entre projetos de sociedade e, portanto, projetos de poder, nos parece relevante, já que a transição energética é definitivamente um tema em disputa hoje na sociedade. O projeto do hidrogênio verde vinculado ao avanço da indústria de energia eólica *offshore* é mais uma evidência de que o debate contemporâneo acerca de uma eventual transição energética encontra ecos ao longo de todo gradiente político das sociedades organizadas em torno do capital. Desde os indivíduos que incorporam a racionalidade do capital da forma mais plena - como empresários, investidores e determinados governantes -, até os setores e grupos sociais que se organizam de modos diametralmente antagônicos aos preceitos da valorização do valor - como lideranças comunitárias, movimentos sociais, militância da pauta socioambiental, pesquisadores e determinados governantes. Mesmo que em intensidades e em qualidades profundamente distintas, a transição energética é hoje uma pauta que pulsa e se impõe no debate público global. Isso ocorre porque a proposta de uma transição energética está no centro da agenda global de combate às mudanças climáticas. Aqueles que ainda resistem ao avanço científico que confirma a centralidade dessa questão podem até negá-la, mas são, inevitavelmente, levados a reconhecê-la como um elemento incontornável na dinâmica da geopolítica internacional.

O campo da energia é irremediavelmente central no debate sobre as mudanças climáticas a nível global: de acordo com a World Resources Institute (WRI), a atividade do setor energético é a maior fonte de emissões mundiais de gases do efeito estufa, totalizando

73% destas¹ (WRI, 2020). O gás carbônico (CO₂), que corresponde a 77% das emissões totais de GEE, sendo, portanto, o principal gás do efeito estufa, tem a maior parte de suas emissões provenientes do setor energético, totalizando 77,9% das emissões totais de CO₂ (Sá Barreto, 2019). Com esses dados em vista, a formulação de combate às mudanças climáticas requer necessariamente uma reflexão e proposição de alteração da forma de produzir energia como se dá no modo de produção vigente. Naturalmente, o conceito de transição energética é alvo de disputa na sociedade na mesma medida em que estão em jogo novas propostas de sociedade, de modos de vida e produção da vida: em outras palavras, o rumo da transição energética se trata de uma disputa de poder. Seja no parlamento, na cidade, no campo ou territórios tradicionais: a transição energética, em toda sua amplitude de significados, está em debate.

Como expressão mais evidente da correlação de forças dessa disputa, impera no senso comum a ideia de que o combate às mudanças climáticas depende de toda uma arquitetura de aparatos tecnológicos e megaempreendimentos massivos, propagandeados como se contivessem, por si só, a solução para a emergência climática. Isso se fortalece pelo caráter que a pauta ambiental tomou sobretudo com as proposições do Acordo de Paris, adotado em 2015 na 21ª Conferência das Partes (COP21) da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima (UNFCCC), dando continuidade ao arcabouço institucional que vinha se somando nas décadas anteriores (Santos, 2018). Conforme Moreno et al (2016), em Paris, a redução das emissões de gás carbônico é posicionada e hierarquizada como principal índice de combate ao aumento da temperatura global, vinculando essa meta a uma série de mecanismos contábeis e complexas tecnologias hoje sob controle de agentes do mercado financeiro. Nesse arranjo, o conceito de neutralidade (*net zero*) de carbono ganha corpo, uma vez que, por se basear em compensações (*offsetting*), permite que o mesmo modelo de produção intensivo em emissões de gás carbônico se mantenha, desde que seja possível compensar as emissões no interior deste mesmo sistema (Moreno et al, 2016).

Sob efeito, o conjunto de elementos que configuram o colapso ambiental vigente (Rockström et al, 2009; Steffen et al, 2015; Richardson et al, 2023; Marques, 2023) é reduzido a apenas um deles, que é a emergência climática, o que propicia o avanço da

¹ A WRI (2020) indica que os outros principais emissores, a nível internacional, são: agropecuária (12%); uso da terra, mudança no uso da terra e silvicultura (6,5%); processos industriais de produtos químicos, cimento e outros (5,6%); e resíduos, incluindo aterros e águas residuais (3,2%).

fronteira de monopolização do capital financeiro frente às decisões dos parâmetros e perspectivas da pauta ambiental. Desta maneira, cada vez mais a corporativização e privatização de bens públicos ou comuns inscritos nessa lógica inviabilizam a existência de formas de se relacionar com o meio ambiente - econômica, social, cultural ou espiritualmente - alheias a um modelo produtivo intensivo em capital (Harvey, 2004). A possibilidade de extração de rendas diferenciais naturais se coloca, então, como uma alternativa vital para o capital rentista criar valor excedente (Marx, 2023c; Paulani, 2016), estruturando, a partir disso, uma formatação mercadológica específica para esse tipo de expropriação.

Assim, essa nova expressão do capital, também conhecida como capitalismo “verde”, emerge em função de introduzir a diversificação do portfolio de investimentos no mercado financeiro, transformando elementos naturais como água, biodiversidade e carbono em mercadorias e em ativos (Fairhead et al, 2012; Moreno, 2016; Furtado, 2015). É por meio da construção de uma agenda internacional que essa mutação do capital se torna hegemônica no debate ambiental global, sendo os eventos diplomáticos pelo clima centrais nessa consolidação, como as COPs e acordos internacionais, sobretudo o Acordo de Paris, de 2015. Esse cenário possibilita a permeabilidade da ideologia neoliberal no debate ambiental, levando à conformação do debate socioambiental à lógica do cálculo econômico, o que Moreno et al (2016) identificam como um paradigma de “métrica do carbono” (Moreno et al, 2016).

Nesse sentido, ganha corpo um novo acordo capitalista global, que aposta na diversificação da matriz energética pelo fomento à indústria de energias “renováveis”, ou seja, a descarbonização torna-se um amplo consenso no debate econômico do século XXI. É observando o avanço dessa tendência na atual ordem mundial que Bringel e Svampa (2023) categorizam como “Consenso da Descarbonização”, estando no seu âmago a “diversificação” da matriz energética, e não a sua “substituição”. Como resultado, a descarbonização nestes termos não requer necessariamente um processo de desfossilização, não provocando alteração ao metabolismo social vigente, uma vez que seja centrado sobretudo na ampliação das forças produtivas capitalistas.

Desta forma, emplacar o sistema hidrogênio verde-eólicas offshore como tendência da transição energética é também fomentar toda a cadeia produtiva de geração de energia a partir de matrizes renováveis, seja para massificar as indústrias solar e eólica a partir do

patamar de desenvolvimento tecnológico já alcançado, seja para testar e desenvolver novas técnicas para ampliar a geração de energia a partir do sol, do vento, ou de outros processos orgânicos. Esse é um projeto que entra na esteira de avanço da indústria de renováveis, que ganha fôlego sobretudo após os choques do petróleo na década de 1970, ao ser desvelada a fragilidade das oligarquias financeiras em controlar seus custos de produção (Traldi; Rodrigues, 2022). Essa falta de resiliência à oscilação de preços do recurso natural mais central na organização da economia capitalista guarda relação com a falha no controle de territórios produtores de petróleo (Traldi; Rodrigues, 2022), revelando, então, importantes condicionantes do desenrolar da geopolítica dessa nova ordem mundial em formação (Harvey, 2004).

Para que a indústria eólica offshore se insira de forma competitiva na cadeia global de valor, as corporações que compõem o monopólio desta indústria precisam experimentar essa tecnologia para além de suas fronteiras, de modo a criar as condições para que o sistema hidrogênio verde-eólicas offshore ganhe escala. Uma indústria, ao garantir escala mundial sob a lógica do capitalismo em sua fase imperialista, deve ser passível de ser implementada em uma maior gama de territórios, assim viabilizando aos países centrais a exportação dessas infraestruturas e da relação social do capital a elas atrelada. É nesse sentido que a inserção de determinada indústria na cadeia global de valor se articula à distribuição desigual dos danos ambientais, uma vez que é possibilitado exportar também os danos gerados por esses empreendimentos, sem deixar de manter os rendimentos desta indústria dentro das suas fronteiras nacionais (Saludjian et al, 2020).

Como resultado, grupos sociais e territórios mais vulneráveis na atual correlação de forças se vêm afetados, configurando na reprodução de opressões como “racismo ambiental”, termo formulado pelo ativista e intelectual estadunidense Benjamin Franklin Chavis (1993) no contexto de protestos das comunidades negras estadunidenses contra o despejo de resíduos tóxicos nas comunidades que viviam. Atualmente, guarda a potencialidade da compreensão da opressão por raça a partir da perspectiva territorial, observando a cicatriz aberta do atual metabolismo social, que se baseia na ruptura entre ser humano e natureza (Marx, 2023a), viabilizando os avanços do capital em determinados territórios e a criação desses espaços de forma funcional a sua lógica. Nesse registro, o capitalismo tem sucesso em se expandir e manter sua dinâmica territorial por tornar

hegemônica a perspectiva de que os territórios organizados de formas não capitalistas se tratam de espaços vazios, sendo, assim, passíveis de serem apropriados e explorados.

Além disso, a estruturação de um plano de transição energética fundamentado na inserção de países, territórios e comunidades da periferia do capitalismo na cadeia global de valor é uma das expressões do que vem sendo chamado de imperialismo ecológico (Foster; Clark, 2004). No entanto, no senso comum da sociedade capitalista globalizada, esses pontos que são geralmente ressaltados por especialistas acabam por entrar em conflito com imperativos de sobrevivência a curto prazo no Sistema Internacional e na estrutura produtiva e financeira mundial, fazendo transbordar as contradições do imperativo de defesa da soberania nacional em uma economia de capital dependente.

É nesse contexto de avanço do debate socioambiental que se dá o avanço do sistema hidrogênio verde-eólicas offshore para uma gama cada vez maior de territórios. A exportação dessas indústrias para os países periféricos é extremamente recente, considerando o grau de complexidade e risco inscritos na abertura de novas fronteiras de exportação de capital. Desta forma, a necessidade de emplacar o hidrogênio verde como o “combustível do futuro”, conforme amplamente propagandeado, se articula com a necessidade de expandir territorialmente a tecnologia *offshore*, interesse esse que se articula principalmente com os interesses geopolíticos e econômicos da Europa, em específico da Alemanha. Assim, é estabelecida uma dinâmica que pressiona o Brasil e outros países periféricos a acelerarem na implementação do hidrogênio verde em suas estratégias nacionais remonta a conjuntura da produção de energia mundial dos últimos anos (Fiori, 2023).

É crucial enfatizar que a ampliação da atividade produtiva do país em função da agenda da transição energética não significará necessariamente o aumento da oferta de energia para o mercado interno e, portanto, maior e melhor distribuição da energia elétrica no Brasil: a produção de hidrogênio verde no país, ao ser orientada pela política energética europeia, será majoritariamente voltada para suprir a demanda de 10 milhões de toneladas do mercado alemão, assumindo, portanto, a condição de *commodity*. Essa política encontra ecos na prática do neoextrativismo, conceito referente a uma dinâmica central da acumulação contemporânea (Gudynas, 2012; Svampa, 2019). A produção de hidrogênio verde, nas condições hoje postas, pode ser interpretada como uma prática neoextrativista pois, por mais que fortaleça o papel do Estado e promova programas de cunho progressista, que alega se

direcionar a uma política de bem-estar social - outrora a redução da pobreza, agora a redução das emissões de carbono -, o faz às custas da adoção de modelos de grande impacto socioambiental e fortalece a dependência da economia nacional aos circuitos econômicos globais.

A partir dessa leitura crítica ao avanço da transição energética, em geral, e do sistema hidrogênio verde-eólicas offshore, em específico, movimentos sociais brasileiros e comunidades tradicionais, em articulação com pesquisadores, se colocam na linha de frente na oposição aos projetos de geração de energia eólica já implementados e ao avanço dos projetos de transição energética nos moldes do capital.

A necessidade de avançar na agenda de estudos proposta por essa dissertação se impõe uma vez que há a previsão, nos próximos anos, de dobrar a capacidade instalada de energia eólica na matriz elétrica nacional, de modo a ultrapassar 50 GW mediante operacionalização de cerca de 1.590 empreendimentos (Aneel, 2023). Essa estimativa encontra lastro na realidade pela comprovação de massivos investimentos que estão sendo empenhados no mercado de hidrogênio verde, como a vultosa proposta de investimento da ordem de € 2 bilhões na produção de hidrogênio verde no Brasil pela União Europeia (Folha de S. Paulo, 2023).

Para desenvolvermos uma análise da correlação de forças do avanço da indústria eólica *offshore* vinculado ao projeto do hidrogênio verde no Brasil, estabelecemos os seguintes objetivos específicos: i) explorar os vínculos entre os fundamentos do metabolismo social que culmina no capital-imperialismo com as demandas do capital internacional em seu momento de aprofundamento de crise endógena do capital, buscando identificar a função da transição energética do século XXI nesse contexto; ii) os interesses da Europa e da Alemanha com a promoção da transição energética, em geral, e do sistema hidrogênio verde-eólicas offshore, em específico, explorando seus mecanismos de projeção global de poder, e iii) as contradições e disputas da chegada do sistema hidrogênio verde-eólicas offshore no Brasil, explicitando as principais arenas de disputa, seus atores principais e analisando a correlação de forças dessa conjuntura.

Para tal, nos propusemos a realizar a revisão bibliográfica da literatura especializada das seguintes áreas de pesquisa: i) imperialismo e crise do capital; ii) transição energética, e iii) geopolítica da energia. O conjunto do referencial teórico selecionado para conduzir a

linha de dissertação e sustentar a argumentação busca combinar as literaturas especializadas da tradição marxista, sobretudo a área da ecologia marxista, e da ecologia política latino-americana.

Foi realizada análise documental de relatórios, pareceres e legislações de instituições que auxiliem a compreender as bases do sistema hidrogênio verde-eólicas offshore em sua origem europeia, e sua repercussão no Brasil, dentre as quais: i) conjunto de instituições no escopo da União Europeia – como Comissão Europeia, Parlamento Europeu e Tribunal de Contas Europeu - e da Alemanha – sobretudo ministérios e agências relacionadas – que subsidiem suas estratégias para o hidrogênio e para renováveis; ii) órgãos e instâncias governamentais brasileiros, como Ibama, BNDES, Ministério do Meio Ambiente, Ministério de Minas e Energia, Ministério da Fazenda, Congresso Nacional, entre outros; iii) associações brasileiras, centros de pesquisa, observatórios e institutos referentes ao setor, como Abeeólica, Instituto Terramar e Observatório da Energia Eólica da Universidade Federal do Ceará, e iv) organismos internacionais, como a IEA e a Irena, e consultorias internacionais, como a Deloitte. Além disso, realizou-se acompanhamento sistemático de jornais e reportagens relacionados ao tema, com o objetivo de identificar debates públicos e representações sociais acerca da questão.

Essa dissertação foi organizada em quatro capítulos, a começar por esta introdução. No capítulo 2, iremos situar o debate da transição energética, estabelecendo os marcos analíticos acerca dos conceitos de metabolismo social e racismo ambiental, explorando as suas articulações à expansão territorial inscrita na fase capital-imperialista do capital e seus mecanismos de expropriação, tal qual a acumulação por despossessão, e a função da transição energética nesse contexto. Nesse sentido, avaliaremos os principais elementos para a institucionalização da pauta ambiental, em conformidade à lógica neoliberal.

No capítulo 3, temos como objetivo montar uma sistematização da atual conjuntura da geopolítica mundial da energia e do papel da União Europeia, e especificamente da Alemanha, e a construção do sistema hidrogênio verde-eólicas offshore. Nesse sentido, exploraremos as determinantes da correlação de forças da corrida interimperialista em curso, a centralidade do setor energético nesse cenário e a emergência do sistema hidrogênio verde-eólica offshore como instrumento de projeção de poder. Para tanto, abordamos elementos

das legislações europeia e alemãs e da sua diplomacia climática que constroem o sistema hidrogênio verde-eólicas offshore como uma tendência da transição energética mundial.

No capítulo 4, desenvolvemos uma análise acerca da correlação de forças do avanço do sistema hidrogênio verde-eólicas offshore no Brasil. Analisamos a campanha de exportação do plano europeu para o Brasil, identificando quais atores nacionais se articulam a esse projeto. Em sequência, será levantado um panorama do atual avanço de projetos de hidrogênio verde e de complexos eólicos offshore no país, abordando a relação entre o setor privado e governos estaduais, bem como contrapontos a estes projetos. Sequencialmente, nos debruçaremos sobre o posicionamento do governo federal, caracterizando o governo Lula III e as contradições subjacentes à transição energética brasileira, e sua resposta frente ao avanço da pressão do marco regulatório do setor. Diante disso, iremos discorrer acerca das disputas e controvérsias dentro do Congresso Nacional nos processos de tramitação dos Marcos Legais do Hidrogênio de Baixa Emissão Carbono e das Eólicas Offshore.

Por fim, teceremos as conclusões possíveis a partir das sínteses esquematizadas nos três capítulos anteriores, buscando responder à questão de como o avanço da indústria eólica *offshore* vinculado ao projeto do hidrogênio verde no Brasil expõe as contradições subjacentes à transição energética tal qual proposta atualmente pelo capital.

2. A TRANSIÇÃO ENERGÉTICA DO SÉCULO XXI: SINTOMAS DO RACISMO AMBIENTAL, DA CRISE DO CAPITAL E DA DISPUTA INTERIMPERIALISTA

2.1 A transição energética contemporânea em perspectiva: a aceleração do espaço-tempo, racismo ambiental e o metabolismo social do capital-imperialismo

A atual conjuntura de profundas alterações e fraturas nas interações ecossistêmicas no planeta Terra vem sendo qualificada como um cenário de colapso ambiental (Marques, 2023). Estudos vêm qualificando uma série de limites planetários que vem sendo ultrapassados com alta velocidade e pouco espaço de tempo desde a Revolução Industrial, como mudanças climáticas, perda funcional e genética de biodiversidade, mudança no uso da terra, entre outros (Rockström et al, 2009; Steffen et al, 2015; Richardson et al, 2023). Diversos sistemas de produção de conhecimento, de lideranças de comunidades tradicionais a cientistas em centros de pesquisa, têm expressado por séculos preocupações sobre as cada vez mais intensas e extensas perturbações nas relações ecológicas nos ecossistemas terrestres (Kopenawa; Albert, 2020; Lovelock, 1979). Nas últimas décadas, estes sistemas de conhecimento confluem ao sinalizar para a aproximação em alta velocidade na direção de um ponto de ruptura da sustentação das dinâmicas ecológicas de forma geral, estando hoje em risco as condições de vida no planeta.

O colapso ambiental vem demonstrando profundas rupturas nos equilíbrios ecológicos os quais a vida se alicerça, a cada ano sendo atravessada uma nova fronteira de destruição. A perda de 73% da biodiversidade animal no curtíssimo espaço de 50 anos (WWF, 2024), a devastação de 42% das florestas (FAO, 2010) e a degradação de 24% da superfície terrestre (PIK, 2024), a aceleração expansão da fronteira agrícola em 102 milhões de hectares em apenas 20 anos (Potapov et al, 2022) e o aumento da temperatura média global em 1,55°C desde o período pré-industrial (OMM, 2025) têm demonstrado a aproximação de um ponto de ruptura da vida na Terra. Esse cenário tem impactado com mais intensidade os setores da sociedade já vulnerabilizados, como mulheres (Turquet et al, 2023), pessoas não-brancas (Carvalho, 2024) e oriundas de países periféricos (Unesco, 2024). Com o aumento dos eventos climáticos extremos engendrados por essas alterações na ecologia do planeta, essas populações têm enfrentado problemas como insegurança alimentar (Ray et al, 2022; FAO et al, 2024), escassez hídrica (Unesco, 2024; ONU, 2024) e a perda de direitos socioterritoriais.

No entanto, a desproporção no impacto das consequências do colapso ambiental torna nítida a instrumentalização das opressões sociais na dinâmica de exploração de classe. No exato mesmo período que boa parte da vida na Terra enfrenta consequências dramáticas das alterações do clima no planeta, um punhado de indivíduos auferem lucros estratosféricos, engordando suas já bilionárias reservas de valor. A Oxfam (2025) demonstra que, em 2024, a riqueza total dos bilionários aumentou em US\$ 2 trilhões, tendo crescido três vezes mais rápido que no ano anterior. O ritmo de aumento de fortuna média neste ano foi de US\$ 2 milhões por dia para cada bilionário, chegando à média de US\$ 100 milhões diários para as 10 pessoas mais ricas do planeta. Essa transferência de renda da população mais pobre para a mais rica também se deu em termos globais: em 2023, o 1% mais rico do Norte Global recebeu US\$ 263 bilhões do Sul Global por meio do sistema financeiro, ou US\$ 30 milhões a hora. Esses dados da Oxfam (2025) tornam evidentes o fluxo de poder e recursos que acompanha as alterações dos fluxos de matéria no sistema Terra, uma vez que o 1% mais rico do planeta detém 45% de toda riqueza mundial.

Diante disso, é possível inferir que as crises socioambientais que caracterizam a atual quadra histórica foram e são desencadeadas por conta da organização social e produtiva específicas das sociedades industriais, sobretudo pelo seu alastramento pelo globo terrestre, tendo em vista que a natureza desta formação social se dá de maneira inversa a outras sociedades que constituem a História da humanidade. A inversão se dá pelo fato de que, ao contrário das demais formações sociais, que, em linhas gerais, desenvolvem suas capacidades produtivas em função de combater a escassez de recursos necessários para a reprodução social, a sociedade capitalista industrializada se organiza justamente pelo oposto: a produção de escassez (Marques, 2023). Nêgo Bispo ilustra essa dramática inversão ao denunciar que, para os detentores do poder, “o pé é o conteúdo e o sapato é a forma, e ponto final. Não conseguem compreender o sapato como conteúdo e o pé como forma, porque vão responder que o pé está dentro do sapato” (Dos Santos, 2023, p. 30-31).

Ao mesmo tempo em que o objetivo do capitalismo em seu estágio industrial seja de privatizar o acesso tanto a produtos oriundos das interações ecológicas (também chamados de recursos naturais), quanto frutos de seu processo produtivo, a sua dinâmica interna se orienta pela expansão indiscriminada de sua capacidade de produção, também conhecido como crescimento econômico. A partir da intensa e extensa alteração do espaço inscrita no

âmago da relação social do capital, o que é socialmente construído se torna naturalizado justamente pela supressão de tudo aquilo que é parcial ou totalmente inalterado pelo ser humano. Em suma, a dinâmica capitalista, ao se basear na expansão exponencial da produção de novas necessidades alheias - e muitas vezes opostas - às necessidades básicas e concretas do ser humano, torna imperativa a formação de um metabolismo social próprio para se concretizar, sem a imprevisibilidade inerente ao metabolismo orgânico das interações ecológicas.

O uso do conceito de metabolismo para fins de análise de dinâmica no interior das sociedades humanas foi realizado, com certo ineditismo, por Karl Marx e Friedrich Engels, em seu conjunto de estudos sobre os mecanismos da sociedade capitalista. O termo metabolismo (*Stoffwechsel*) é utilizado nessa abordagem como referência à unidade concebida pela relação entre o ser humano e o meio em que vive - também denominado natureza -, relação esta intermediada pelo trabalho humano, ou trabalho vivo.

Estabelece-se, assim, um processo metabólico baseado na ação de produção da vida humana a partir da relação do ser humano com os elementos vivos que compõem o ambiente no qual está inserido. Naturalmente, a partir da transformação da matéria, a humanidade transforma-se, de modo integrado, a si mesma. Sendo a forma de produzir a vida de determinada sociedade, em última análise, a expressão econômica desta coletividade, ao atrelar o fluxo circular econômico ao fluxo circular ecológico, Marx concebe o processo do trabalho como “condição universal do metabolismo entre homem e natureza, perpétua condição natural da vida humana” (2023a, p. 335).

Ao analisar o processo histórico de formação da sociedade capitalista, Marx coloca como elemento determinante para o capital realizar-se enquanto relação social o rompimento deste metabolismo, o qual é denominado na literatura como falha ou ruptura metabólica. Esta ruptura, inaugurada na transição do modo de produção feudal para o modo de produção capitalista na Europa, com os cercamentos dos campos (*enclosures*) e a expropriação de terras de camponeses, configura uma nova ordem metabólica: desfaz-se, de forma nunca antes experienciada, a “*unidade* da humanidade viva e ativa com as condições naturais, inorgânicas”, culminando na “*separação* entre as condições inorgânicas da existência humana e essa existência ativa”, separação esta que é “integralmente postulada apenas na relação do trabalho assalariado com o capital” (Marx, 2023a, p. 489).

Essa metodologia consiste em retirar o envolvimento do componente subjetivo dos seres humanos que não detêm os meios de produção, que então assumem a categoria de trabalhadores, em relação ao domínio sobre a matéria e sobre o processo de trabalho (Porto-Gonçalves, 2017). Para Marx, esse mecanismo de limitação (ou recalque) da consciência do ser humano em sua condição de produtor da própria vida consiste na “alienação” (Marx, 2023a). De forma complementar à economia política, Ailton Krenak (2019) demonstra que a lógica dessa sociedade forjada no descolamento dos seres humanos à terra tem como resultado a subjugação à uma “abstração civilizatória”, no qual se cria a ilusão de uma humanidade sintética, que sucessivamente vai “nos alienando desse organismo de que somos parte, a Terra, e passamos a pensar que ele é uma coisa e nós, outra: a Terra e a humanidade” (Krenak, 2019, p. 16).

Nesse sentido, o conceito de “biointeração” cunhado por Nêgo Bispo, que explica a íntima relação de compartilhamento e confluência de conhecimentos no interior da organização social de territórios quilombolas, indígenas e tradicionais (Dos Santos, 2023), colide diretamente com o metabolismo imposto pelo capital. O reconhecimento da abundância é necessariamente contrário à existência do capital, uma vez que ele dependa da ficção de necessidades: quanto maiores são as necessidades, maior a justificativa e legitimação do modo de produção industrial alterar um ambiente à imagem e semelhança de sua ontologia de desagregação, e maior a sua possibilidade de avançar e dominar sobre territórios.

Assim, considerando que a racionalidade deste metabolismo seja baseada em “criar ausências do sentido de viver em sociedade”, tem-se como resultado “uma intolerância muito grande com relação a quem ainda é capaz de experimentar o prazer de estar vivo” (Krenak, 2019, p. 26), em contraposição à produção irrefreada de necessidades. Desta forma, é próprio da ordem metabólica do capital a sistematização de métodos cada vez mais sofisticados de opressão às pessoas que organizam suas vidas de forma alheias à racionalidade do capital.

Um desses métodos de opressão, que tem sido amplamente denunciado no atual momento de colapso ambiental, é o racismo ambiental. O conceito de racismo ambiental foi cunhado pelo ativista e intelectual Benjamin Franklin Chavis, no contexto dos movimentos por direitos civis afro-americanos nos Estados Unidos, na década de 1980. Naquele momento, se tratava de um dispositivo de denúncia ao despejo de resíduos tóxicos e à

localização de indústrias poluentes deliberadamente direcionado a territórios e comunidades com populações de maioria não-branca, processo que transformava estas regiões em “zonas de sacrifício” para o progresso econômico (Chavis, 1993; Bullard, 2001).

Frente à crescente mobilização do movimento negro estadunidense contra a discriminação racial em pautas ambientais, Chavis (1993) e Bullard (2001) ampliam o sentido do racismo ambiental, de forma a abordar uma condição mais ampla de falta de participação popular das comunidades não-brancas nas decisões políticas. Assim, Chavis (1993) enfatiza que o racismo ambiental envolve também “o desenvolvimento sustentável, chantagem laboral, políticas públicas discriminatórias e estratégias de resolução de disputas” (Chaves, 1993, p. 3 – tradução nossa). Em suma, era proposto o combate à “discriminação racial na história de exclusão de pessoas de cor dos principais grupos ambientais, conselhos de tomada de decisão, comissões e órgãos reguladores” (Chavis, 1993, p. 3 – tradução nossa).

Nesse sentido, o termo se refere à distribuição desigual dos prejuízos do processo produtivo e à chancela dessa desigualdade pelo poder público, uma vez que “o racismo ambiental se combina com políticas públicas e práticas industriais para oferecer benefícios aos brancos, enquanto transfere os custos para as pessoas de cor” (Bullard, 2001, pp. 160-161 – tradução nossa). Em consonância ao movimento estadunidense, Acselrad et al (2009) afirmam que a categoria raça é a determinante mais apropriada para avaliar a sobrecarga dos malefícios gerados pelo colapso ambiental, rompendo com a ideia amplamente propagada de igual responsabilização a todos os seres humanos pelos danos ambientais.

A exclusão das populações não-brancas dos processos de tomada de decisão em políticas sociais e ambientais é apontado por Bullard (2001) como o legado da escravidão, cujo passado de exploração e violência de seres humanos para a produção de *plantations* afetou as relações raciais e a ecologia regional contemporâneas. O termo racismo ambiental tornou-se, pois, um dispositivo para denunciar um processo estrutural do sistema capitalista, o qual opera globalmente a fim de criar territórios que sejam depósitos dos processos residuais do ciclo produtivo (Chavis, 1993; Bullard, 2001). Esse entendimento dialoga diretamente com Fanon, o qual expõe essa unidade na opressão de pessoas não-brancas e do meio em que vivem, afirmando que “a colonização é bem-sucedida quando toda essa natureza indócil está finalmente domada. Estradas de ferro através da *brousse*, drenagem dos

pântanos, inexistência política e econômica do indigenato são, na realidade, uma única e mesma coisa” (Fanon, 2022, p. 252).

A síntese realizada por Opperman (2019) vai na mesma direção, na qual entende o racismo ambiental como sintoma de um problema mais fundamental relacionado aos modos de experienciar e organizar o mundo, na medida em que relações ecológicas alternativas, as quais consistem em expressões de liberdade, são sufocadas. A partir de uma leitura fanoniana, Opperman (2019) expõe que o mecanismo de opressão do racismo ambiental coloca luz no processo de formação de ambientes racistas, uma vez que este demonstre um instrumento fundamental para a formação de espaços no processo de expansão capitalista. No processo de formação do capitalismo, a criação de ambientes racistas serve para aprofundar as condições de alienação daquela população frente à própria história, e, portanto, às próprias condições criativas de produção, inventividade e de coletividade, o que facilita a dominação e exploração do trabalho destas pessoas (Opperman, 2019).

À luz de Fanon (2022), a construção especificamente violenta desses espaços se dá de forma contínua à violência colonial, a qual se implanta uma “atmosfera de violência”, no qual, “o colonizado se acha num estado de tensão permanente” (p. 39). Assim, a vida nos territórios apropriados pelo mecanismo do racismo ambiental existe em “permanente conflito contra uma morte onipresente”, esta que “é vivida como fome endêmica, desemprego, uma alta taxa de mortalidade, um complexo de inferioridade e a ausência de qualquer esperança para o futuro” (Fanon, 1965, p. 12 – tradução nossa). Assim, essa tensão construída pelo projeto colonial pelo permanente alijamento da possibilidade de se constituir outra forma de territorialização, é que ao longo do desenvolvimento do capitalismo foram sendo sofisticados e multiplicados seus mecanismos de acumulação do sistema de produção vigente.

Embora Marx tenha, no livro I d’O Capital, se referido a essa fonte de acumulação como precedente à acumulação capitalista, no livro II já faz referência à necessidade de uma acumulação constante (Marx, 2023b). Esse caráter contínuo da expropriação capitalista é enfatizado pela leitura de Rosa Luxemburgo, ao interpretar a expropriação como mecanismo não só basilar, mas permanente e contínuo da viabilização e consolidação desta relação social. Desta forma, este se constitui como um mecanismo de acumulação permanente e

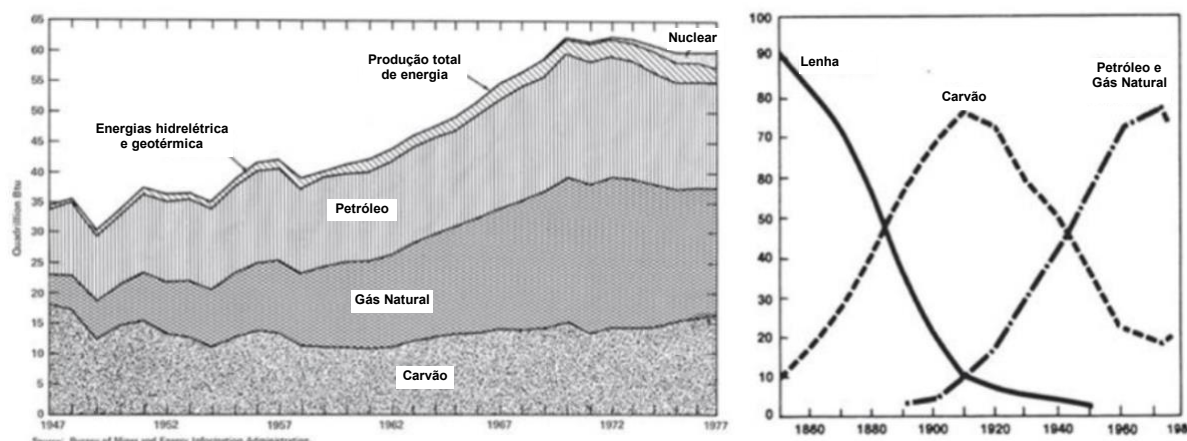
indispensável à sua manutenção, enfatizando que a chamada acumulação primitiva “acha-se registrada na história moderna com caracteres sangrentos” (Luxemburgo, 1970, p. 64).

Assim criam-se as condições históricas para serem drasticamente revolucionados os níveis de interação entre os seres humanos e seu meio natural. Consagra-se, assim, a Revolução Industrial, marco fundante desta nova ordem metabólica, na medida em que eleva a outro patamar a capacidade de transformação de matéria em escala, tempo, escopo e velocidade (Sá Barreto, 2019).

Desta forma, a energia como entendemos no senso comum hoje é produto histórico da organização do capitalismo industrial, estando à serviço de viabilizar a contradição ontológica do capital; em síntese, “o capital vem primeiro, então a energia” (Lohmann, 2021, s/p, tradução nossa). Isso nos habilita a compreender o debate hegemônico da transição energética em seus termos mais essenciais, que é, em suma, a disputa pela transformação da alimentação do trabalho morto, do maquinário que estrutura a indústria em seu atual estágio de complexidade. A transição energética trata-se, portanto, do ponto do desenvolvimento do capitalismo em que se impõe um nível absolutamente extremado de alteração do meio natural, atingindo-se o imperativo, em última análise, de criar uma nova natureza (Furtado, 2015). Evidentemente essa racionalidade não é inerente à relação entre ser humano e seu potencial criativo e técnica: é antes de mais nada um produto histórico.

A necessidade histórica do capital de expandir as fronteiras tecnológicas (ou seja, expandir até o limite as fronteiras da interação entre o ser humano e da natureza) se transcreveu no desenvolvimento de métodos distintos de apropriação da natureza para alimentar o maquinário industrial. Em função disso, a diversificação das fontes de energia incorporadas no processo produtivo se deu sempre de forma crescente e cumulativa. A queda da curva de crescimento de determinada fonte de energia só se deu historicamente em termos relativos, uma vez que em termos absolutos elas jamais tenham decrescido, como demonstra o Gráfico 1, referente à matriz energética dos Estados Unidos.

Gráfico 1 – Crescimento absoluto (à esquerda) e relativo (à direita) da matriz energética dos Estados Unidos



Fonte: adaptado de Zanotelli (2024)

Diante dos dados acima ilustrados, é possível confirmar que as chamadas transições energéticas foram mais uma transição para um cenário de diversas fontes de energia coexistentes, do que propriamente a substituição ou redução de alguma fonte em lugar do crescimento de outra. Por conta dessa dubiedade no conceito de transição, o historiador Jean-Baptiste Fressoz (2024) defende que nunca houve uma transição na história da expansão da acumulação do capitalismo, mas sim a retroalimentação e a simbiose de diferentes fontes de energia: lenha-carvão vegetal, carvão mineral, petróleo, gás natural, energias renováveis (Fressoz, 2024). Assim, defende que o uso do termo transição energética foi mobilizado por objetivos políticos, sem lastro na realidade, visto que “se o conceito de transição descreve mal as transformações passadas é porque não era seu objetivo: a ideia não vem de uma observação empírica do passado, mas da antecipação do futuro; ela não vem dos historiadores, mas dos que realizam prospectivas” (Fressoz, 2024, p. 27 – tradução nossa).

De acordo com Sá Barreto (2019), os movimentos do consumo de energia e da produção seguem uma trajetória necessariamente ascendente, no qual há o avanço das forças produtivas, baseada no aumento da eficiência energética, levando à expansão da produção e ao consequente aumento da demanda e consumo de energia. O caráter transformador da inserção de uma nova fonte de energia em relação à economia mundial, e portanto sua respectiva expansão, se dá pela sua capacidade de promover as alterações na produção do espaço geográfico, no sentido de aumentar o espaço ocupado e diminuir o tempo de

circulação (Traldi; Rodrigues, 2022). Nesse sentido, uma tecnologia não é descartada da produção capitalista pela sua obsolescência, mas sim de acordo com sua capacidade de fornecer maior ou menor extração de mais-valia; portanto sua substituição é motivada pelas condições sociais (Marx, 2023a).

Nesse sentido, o advento do motor a vapor, do motor a combustão e do motor elétrico, cada um em seu contexto histórico, transformaram profundamente a relação entre espaço e tempo, ampliaram a forma como o espaço passou a ser conhecido em diferentes escalas (Virilio, 1996; Sá Barreto, 2019). Cada uma influenciou a maneira como o espaço geográfico passou a ser produzido, em um contexto de impulsionamento do processo de urbanização e do aumento da demanda energética para sustentar a vida nas cidades e a produção industrial crescente. Assim, cada uma a seu tempo, transformaram radicalmente as relações de produção, resultando na sucessiva imposição da aceleração do ritmo de trabalho na fábrica e do ritmo de produção do espaço (Sá Barreto, 2019). Em síntese, “o controle das fontes de energia nada mais é que o controle sobre territórios que dispõem dessas riquezas naturais, por isso, falar da produção de energia é falar da apropriação e do controle de territórios” (Traldi; Rodrigues, 2022, p. 36).

O desenvolvimento da energia elétrica, dadas as suas particularidades, teve especial importância no desenvolvimento das indústrias centrais da economia capitalista e na ampla difusão do consumo de energia, sobretudo no contexto urbano. Ao contrário do carvão, do gás natural e do petróleo, a eletricidade se apresenta como uma opção altamente versátil para a organização da produção capitalista, na medida em que promove a descentralização territorial do maquinário, ganhos de produtividade e flexibilidade no suprimento de energia (Sá Barreto, 2019). A energia elétrica foi de fato transformadora das relações de produção pois oferece uma flexibilidade incomparável em termos de possibilidades de conversão, podendo ser convertida em energia mecânica (veículos, indústria e eletrodomésticos), energia térmica (aquecedores, fogões por indução), energia luminosa (lâmpadas LED, incandescentes), energia eletromagnética (computadores, telecomunicações) e energia química (eletrolise).

Assim, ao apresentar profunda adaptabilidade às necessidades de expansão do capital, a energia elétrica diminui a temporalidade das pressões concorrenciais, tornando o mercado energético e tecnológico mais dinâmico e acelerado (Pinto Jr., 2007). Ao introduzir

uma modificação técnica que aumenta a capacidade de extração de mais-valia, a indústria elétrica acaba por se diferenciar da produção global (Marx, 2023a). Essa técnica de apropriação de mais-valor é bastante fugaz, pois ela só funciona no momento em que se inaugura uma nova forma de produzir, uma vez que rapidamente esse novo nível de produtividade será generalizado no setor, fazendo com que o “valor social” da mercadoria e o “valor individual” tendam a se equivaler, deixando de existir o valor que os diferencia e que pode ser apropriado. A partir disso, conclui-se que, na lógica de avanço das forças produtivas do sistema capitalista e do desenvolvimento tecnológico a ele circunscrito, “o aumento da produtividade e da eficiência não servem à finalidade de atingir a economia dos fatores, de poupar recursos, mas à de expandir a massa de valor passível de ser anexada pelo capital” (Sá Barreto, 2019, p. 144).

Dadas as condições sociais, econômicas e históricas desenvolvidas, a proposta de transição energética que se coloca diante do colapso ambiental em curso direciona exclusivamente para o aprofundamento do modelo produtivo e social vigente. Entendendo a dinâmica expansionista inerente à necessidade de desenvolver um sistema produtivo intensivo em capital, dada a imperatividade de tornar permanente o processo de acumulação, se faz necessário observar o avanço das forças produtivas do capital a partir do aspecto territorial.

O aumento do trabalho morto em relação ao trabalho vivo (produtividade) tem como resultado a criação de um excedente de capitais que, ao serem liberados dessa esfera tecnológica, necessitam encontrar novos espaços para se valorizar, sob risco de ficarem ociosos e deixarem de existir. Essa necessidade é manifestada sob a forma de crises de sobreacumulação, que apontam o risco de extinção se não encontrarem novas esferas do conjunto social que possam assumir a forma mercadoria. A imposição de avanço das forças produtivas mediante exportação de capitais alcança o grau de escala a níveis planetários, selando uma permanente marcha à totalidade do território mundial. O capitalismo alcança, então, um novo estágio de desenvolvimento: o imperialismo (Lenin, 2021). Tem-se como resultante o distanciamento cada vez maior da fábrica em relação às suas fontes de energia, ao passo que se otimiza a produção do setor energético: a dilatação da relação da matéria com o espaço-tempo leva a profundas e abruptas transformações na geopolítica mundial,

reorganizando e disseminando as relações de poder em escala global (Porto-Gonçalves, 2017; Sá Barreto, 2019).

A partir do diagnóstico de Lenin, a virada do século XIX para o século XX é o período que marca um ponto de tamanha necessidade do capital em sociabilizar da produção, ao mesmo tempo que demanda a concentração da propriedade. Tamanho grau de expansão territorial das relações sociais capitalistas, que tem como resultante o aprofundamento da separação entre capital financeiro e capital produtivo, resulta na sobreposição do primeiro em relação ao segundo. Essa nova fase do capitalismo não constitui, portanto, em um genérico processo expansivo como tantos outros na História: sua excepcionalidade se dá justamente pelo massivo predomínio do capital financeiro sobre as demais formas do capital, em que os Estados altamente financeirizados estabelecem uma relação de dominação específica sobre todos os demais (Lenin, 2021). A concorrência não deixa de existir, mas é deslocada para as dimensões do monopólio do rentismo e das oligarquias financeiras; ou seja, é travada entre *vários* imperialismos, todos em busca de, por um lado, socializar ao máximo a produção, e por outro, privatizar ao máximo a apropriação. O imperialismo é, portanto, a financeirização do planeta.

A forma de relação com o território que a política colonial propiciou ao longo da História é fundamental para que o projeto imperialista tenha sucesso. O colonialismo tem, portanto, continuidade no imperialismo, uma vez que a posse de colônias é, de acordo com Lenin (2021), a única forma de assegurar o monopólio frente ao acirramento da concorrência interimperialista, tendo em vista que é o controle político sobre os territórios que permite aos capitalistas sua expansão (Levien, 2014). Desta forma, a política colonial imperialista é aquela que mais incisivamente visa a colocar fim à posse coletiva de terras e recursos naturais pela população local, lançando mão, para isso, de diversas e refinadas estratégias de introdução da racionalidade da acumulação e da propriedade privada nas lideranças locais (Luna, 2021).

Desta forma, o movimento histórico de formação de cartéis internacionais, culminante na condição de supermonopólio que fundamenta a fase imperialista, guarda profunda relação com o processo de desenvolvimento tecnológico. Conforme Lenin (2021) elabora, o avanço da indústria elétrica, sobretudo entre o fim do século XIX e início do século XX, é um exemplo típico dessa relação. A análise do desenvolvimento desta indústria

na Alemanha - que foi, paralelamente aos EUA, onde esse processo foi mais acentuado - consiste em uma boa peça de análise, uma vez que a concentração desse setor tenha sido uma saída imprescindível para a crise de 1900 que o país enfrentou. De acordo com Lenin, “até 1900 existiam sete ou oito ‘grupos’ na indústria elétrica; cada um era composto por várias sociedades (no total havia 28) (...). Por volta de 1908-1912, todos esses grupos se fundiram em um ou dois” (2021, p. 92).

A resposta do setor elétrico frente à crise econômica de 1929 corrobora a tendência ao monopólio. Em dezembro de 1930, foi articulado o Acordo de Compensação Internacional (INCA), com o intuito de diminuir a possibilidade de acirramento da concorrência e viabilizar o aumento dos preços dos produtos de nove corporações internacionais: AEG e Siemens da Alemanha, British Thompson-Houston, English Electric, GEC, Metropolitan Vickers do Reino Unido, Brown Boveri da Suíça, International General Electric e Westinghouse Electric International dos EUA (Gonçalves Jr., 2007). As empresas que controlavam a indústria global de energia acordaram entre si que todas as consultas de fornecimento de materiais elétricos seriam encaminhadas à secretaria do INCA, propiciando a coordenação das operações. Em 1930, o INCA se tornaria a Agência Internacional de Energia (IEA), a qual resultou em uma condição de controle total da indústria mundial de energia.

Se o avanço dessa indústria foi importante naquele momento do imperialismo, no atual contexto de crise do capital, a indústria de energia também cumpre um papel fundamental. Até o momento dos choques do petróleo, nos anos 1970, não havia interesse de maneira expressiva, em termos de economia internacional, em desenvolver outras fontes de energia ou impulsionar o grau de eficiência dessa indústria, interesses que efetivamente mudaram a partir dos efeitos da alta nos barris de petróleo nesta década (Traldi; Rodrigues, 2022). Para abordar essa inflexão nos interesses do mercado de energia, deve-se observar a derrocada da produção fordista que preponderou entre os anos 1930 e 1970, período também conhecido como “anos dourados do capitalismo”, uma vez que nos permite identificar alguns elementos da crise do capital que se arrastam até hoje e definem os rumos do debate da transição energética hoje.

Um elemento fundamental da crise que dá as condições para a derrocada do fordismo e posterior ascensão do pós-fordismo e sua respectiva ideologia neoliberal é o impacto dos

dois choques do petróleo da década de 1970 nos centros de acumulação. De acordo com Traldi e Rodrigues (2022), esses choques desvelaram a fragilidade das oligarquias financeiras em controlar seus custos de produção, estando à mercê dos países que compunham a Organização de Países Exportadores de Petróleo (OPEP). Essa falta de resiliência à oscilação de preços do recurso natural mais central na organização da economia capitalista guarda relação com a falha no controle de territórios produtores de petróleo, revelando, então, importantes condicionantes do desenrolar da geopolítica imperialista dessa nova ordem mundial em formação.

A dependência da oscilação de preços de barris produzidos por uma série de países árabes cujas relações com as potências ocidentais também oscilavam seria o grande desafio dos governos estadunidenses e europeus do período. A União Soviética também se demonstrava um forte competidor na época, oferecendo preços bastante reduzidos, mesmo frente aos do Oriente Médio, sendo um importante elemento econômico e geopolítico em tempos de Guerra Fria (Yergin, 2023). O resultado para os países industrializados foi catastrófico: o Produto Nacional Bruto (PNB) dos Estados Unidos caiu 6% entre 1973 e 1975, e o desemprego dobrava para 9% (Yergin, 2023). O ano de 1978 viria para desarticular a economia mundial novamente, com o Segundo Choque do Petróleo, levando o mundo ocidental nos anos 1980 a uma profunda recessão como não era vista desde a Grande Depressão dos anos 1920.

Como não podia deixar de ser, a energia se colocava nos anos 1970 como a principal questão do cenário internacional. Nesse sentido, a IEA mostrou ser um instrumento de coordenação entre os países do Ocidente, tornando coesas suas políticas energéticas. Assim, se o Primeiro Choque do Petróleo significou a busca pela redução da dependência do hidrocarboneto, o Segundo Choque engendrou a busca pela diversificação da matriz energética (Traldi; Rodrigues, 2022). Cada país ocidental à sua forma buscou reduzir a dependência do petróleo pela busca de fontes diversificadas de petróleo, formas de conservar energia, e o desenvolvimento de combustíveis alternativos, nesse momento recuperando alguns elementos que outrora haviam perdido a competição com o petróleo estrangeiro barato (Yergin, 2023).

O avanço da produção de energia por outras fontes não podia competir com a pujança do petróleo nas décadas anteriores, tendo os choques do petróleo representado um golpe

extremamente profundo ao desenvolvimento do capitalismo e à sua legitimação. Essa alteração do padrão energético mundial seria o ovo da serpente de uma nova ordem mundial, que era gestada de modo a dar conta das demandas da relação social do capital se perpetuar como organizadora da economia política global.

Seja uma revolta (Streeck, 2014) ou uma revolução (Dardot; Laval, 2016), são múltiplas as condições que propiciaram a queda do modelo de bem-estar social e o subsequente advento do neoliberalismo a partir da década de 1970 (Tavares, 1985). Desta forma, de acordo com Dardot e Laval (2016), se transferia as consequências das duas crises do petróleo dos cofres das empresas para o bolso da população assalariada: o salário indireto da população não cabia mais na folha de pagamentos do capital. O contexto de sobreacumulação e queda da taxa de lucro que caracterizou a crise do fordismo tem como resultado para a dinâmica endógena do capitalismo a chamada crise do valor (Kurz, 2014), ou seja, a capacidade extremamente reduzida de acumular capital pela expropriação do mais-valor criado pelo trabalho vivo. Com o avanço das forças produtivas, a relação entre capital constante e capital variável se faz cada vez mais descompassada, fazendo com que a capacidade de formação de capital ativo, a partir da dinâmica produtiva, seja drasticamente reduzida (Sá Barreto, 2019).

Para melhor entender o problema da sobreacumulação no capitalismo tardio, podemos analisar um efeito importante da monopolização resultante do regime fordista, que é a incapacidade da esfera produtiva absorver o excedente (Harvey, 2004) ou superávit (Foster, 2007) de capital produzido nesse estágio de desenvolvimento do capitalismo. Esse capital acumulado, a partir do final da década de 1960, ficou ocioso ao não encontrar mais espaço para se valorizar, ócio este expresso pela estagnação econômica que marcou a década de 1970 nos países centrais e se alastrou nos países periféricos a partir da década de 1980.

Nesse cenário, o capital encontra na esfera da circulação, com ênfase na atividade especulativa, um vigoroso terreno para retomar sua capacidade de acumulação. Assim, junto da sempre presente expropriação da propriedade coletiva para transformá-la em propriedade privada, a dinâmica de valorização do valor volta-se vigorosamente para a centralização de capital ou expropriação de capital alheio. Frente à reduzida capacidade de formação de mais-valia pela exploração adequada da força de trabalho, a necessidade de manter a elevação da taxa de lucro é contornada pela expropriação de capital já existente. Desta forma, a

“expropriação do capitalista pelo capitalista” anunciada por Marx (2023a) consiste meramente na realocação do capital já operante, não havendo espaço para crescimento efetivo da riqueza social e, por conta disso, fundamenta-se em uma alternativa de manutenção da valorização de valor mesmo em períodos de crise (Bonente, 2016).

A financeirização é, portanto, a principal resposta para o atual estágio de desenvolvimento do capital. Se no fordismo o capital produtivo era a principal força coordenadora do regime internacional, no pós-fordismo esse centro de poder é deslocado, nos termos acima explicitados, para a esfera do capital financeiro. Desta forma, quando a acumulação via mais-valor produzido é emperrada, o eixo da acumulação é deslocado para o futuro, por meio de títulos de apropriação de mais-valor futuro (Sá Barreto, 2019).

A sucessiva sobreacumulação de capital, resultante, dentre muitos fatores, das concessões que as elites tiveram de arcar no pós-Segunda Guerra pela implementação do Estado de Bem-Estar Social nos países centrais (Streeck, 2014), levou a um cenário de capacidade extremamente reduzida de acumulação de capital pela expropriação do mais-valor criado pelo trabalho vivo. Esse capital ocioso acumulado ao longo do regime de produção fordista não mais encontrava espaço para se valorizar, ócio este expresso pela estagnação econômica que marcou a década de 1970 nos países centrais e se alastrou nos países periféricos na década de 1980. Consolidava-se, assim, a única saída que o capitalismo tem de enfrentar suas próprias crises endógenas: a expropriação, agora também de capital já existente (Sá Barreto, 2019).

Esse agravamento da contradição entre propriedade privada e socialização da produção tem como expressão fundamental a escalada exponencial do impulso à expropriação, ou seja, ao incremento da acumulação constante (Marx, 2023b; Luxemburgo, 1970). Se na essência da relação social capitalista o caminho para superar suas crises é a violência, tal qual não foi a truculência dos principais agentes do capital frente a crise do calibre tal qual enfrenta o capital nas décadas de 1970 e 1980. Assim, estão dadas as condições para a criação de uma nova ordem mundial, já que, “uma vez que a correlação de forças mudou, como se podem resolver as contradições, *sob o capitalismo*, a não ser pela força?” (Lenin, 2021, p. 122).

Ao observar o movimento contínuo e permanente de fraude e roubo à serviço da acumulação de capital que fundamenta esse “novo imperialismo”, David Harvey (2004),

dando sequência à leitura de Rosa Luxemburgo (1970), o sintetiza sob o conceito de “acumulação por despossessão” ou “acumulação por espoliação”, consolidando no debate contemporâneo o caráter contínuo da acumulação primitiva. Harvey defende que a acumulação por despossessão passa a ser, na tentativa de superação desta crise de sobreacumulação, a contradição no âmbito da organização imperialista, sendo empregada com mais intensidade por ampliar as possibilidades de expropriação ao, por um lado, “liberar um conjunto de ativos (incluindo força de trabalho) a custo muito baixo (e, em alguns casos, zero)”, e por outro, promover a “desvalorização dos ativos de capital e da força de trabalho existentes (Harvey, 2004, p. 124).

A partir de uma base teórica comum, porém adotando outra chave interpretativa, Virgínia Fontes (2010) desenvolve sua análise referente a este período a partir do conceito de “capital-imperialismo”, visando a dar conta das mudanças particulares e seus efeitos na dinâmica de poder dessa quadra histórica. Em linha contínua à elaboração de Lenin, Fontes caracteriza a particularidade do período do capital-imperialismo pelo aprofundamento colossal e abismal da “*pura propriedade capitalista* diante de qualquer outra injunção social, humana ou ambiental” (2010, p. 146). A partir de sua leitura, fica evidente que o grau de descompasso entre capital financeiro e capital produtivo é tamanho que, em comparação com a conjuntura analisada por Lenin, é inaugurado um novo momento da fase imperialista, ao qual denomina capital-imperialismo².

Para viabilizar e legitimar as condicionantes do capital-imperialismo, as elites globais forjam toda uma arquitetura institucional transnacionalizada, sacramentada pelo Consenso de Washington em 1989. Nesse momento, estabelece-se a hegemonia da ideologia que legaliza esse novo ciclo de saqueio: o neoliberalismo. Esses organismos internacionais e os Estados nacionais passaram, assim, a ter como uma de suas principais funções orquestrar desvalorizações de modo a permitir que ocorra a acumulação por despossessão sem desencadear um colapso geral. Como resultado, o “novo imperialismo” foi marcado pela maior transferência de proprietários nacionais para proprietários internacionais em tempo de paz nos últimos 50 anos (Harvey, 2004). Assim, mediante o contexto de consolidação da hegemonia da ideologia neoliberal, o ímpeto expropriador específico do capital-

2 Fontes demarca aqui a diferenciação com outros conceitos que buscam explicar o período pós-Guerra Fria, como globalização ou mundialização do capital, mas que avalia dissolverem o conceito de imperialismo (2010).

imperialismo multinacionalizado possui novas características em comparação ao período anterior: para atender às necessidades de expansão deste patamar de concentração, o capital financeiro avança para fronteiras do conjunto da vida social até então inimagináveis, de modo a colocar o máximo de esferas da vida possíveis à disposição da valorização do valor. O capital-imperialismo, portanto, “não se trata apenas de uma ‘política’, mas de uma totalidade que somente pode existir em processo permanente de expansão”, pois, “tendo ultrapassado um determinado patamar de concentração, se converte em forma de extração de mais-valor dentro e fora de fronteiras nacionais” (Fontes, 2010, p. 152).

Nessa esteira, a limitação do acesso aos territórios com reservas de petróleo, sobretudo no Oriente Médio, somado à condição objetiva de que a taxa de exploração destas reservas vem excedendo a taxa de descoberta desde a década de 1980, levou à seguinte teleologia: “quem controlar o Oriente Médio controlará a torneira global do petróleo, e quem controlar a torneira global do petróleo poderá controlar a economia global” (Harvey, 2004, p. 25). Essa concepção fundamenta a política externa dos EUA na virada para o século XXI, consolidando o método contemporâneo do imperialismo estadunidense.

A política colonial impõe uma condição específica de vulnerabilidade política e ecológica aos países que possuem recursos naturais valiosos, uma vez que esse consista em um fator que, em alguma medida, poderia habilitá-los a dar as cartas da economia mundial, como nos choques do petróleo nos anos 1970. Se pudemos até aqui explicitar que o grau de concentração de capital é o que define a necessidade de expansão territorial do capital e, portanto, os níveis de expropriação e de emprego de violência, a suscetibilidade a invasões e degradações ambientais devido à disponibilidade de uma riqueza natural, em tempos de capital-imperialismo, torna-se não só ainda mais exacerbada, mas também mais refinada.

Desta forma, o período do capital-imperialismo, imbuído do ímpeto expropriador da totalidade da vida social e, portanto, do território global, em busca de ativos, elevou a um novo patamar a incorporação do meio ambiente à lógica da propriedade privada e da valorização do valor. Sob efeito, cada vez mais a corporativização e privatização de bens públicos ou comuns inscritos nessa lógica inviabilizam a existência de formas de se relacionar com o meio ambiente alheias a um modelo produtivo intensivo em capital (Traldi; Rodrigues, 2022; Harvey, 2004). Assim, novas fronteiras de expropriação são avançadas, na medida em que se sistematiza o esbulho de elementos da natureza de tal forma que é possível

aproveitar os lucros oriundos de sua condição de objetos de trabalho preexistentes (Marx, 2023c; Traldi; Rodrigues, 2022).

Ao mesmo tempo em que os centros de decisão da produção capitalista entenderam a necessidade de lançar mão do desenvolvimento da produção de energia na escala necessária de sua demanda econômica a partir de fontes renováveis, estrutura-se uma formatação mercadológica específica para esse tipo de expropriação: a financeirização da natureza impõe-se como uma necessidade incontornável. Nesse contexto, a energia gerada pela força dos ventos começa a apresentar-se como uma alternativa mais previsível, o que funcionaria como resposta tanto no âmbito energético, quanto no ambiental (Traldi; Rodrigues, 2022), bem como poderia ser adequada à nova lógica de produção dos pós-1990.

Frente às dificuldades enfrentadas no mercado de energia mundial, os centros de decisão da produção capitalista entenderam a necessidade de lançar mão do desenvolvimento da produção de energia em escala a partir de fontes renováveis. Nesse contexto, a energia gerada pela força dos ventos apresentou-se como uma alternativa mais segura para os interesses da burguesia do setor elétrico, que funcionaria como resposta tanto no âmbito energético, quanto no ambiental (Traldi; Rodrigues, 2022). É nesse contexto que são estabelecidos novos padrões de propriedade e controle sobre a natureza para além da posse de terra e seus elementos, processo denominado na literatura especializada como *green grabbing* (Fairhead et al 2012), engendrando um novo cenário de mudanças no meio agrário e na luta de classes em continuidade ao passado colonial (Fairhead et al 2012; Luna, 2021).

Essa nova expressão do capitalismo, caracterizada, para fins de legitimação, de capitalismo “verde”, é constituída pela introdução de uma série de novos ativos no mercado financeiro - como o carbono, a água e a biodiversidade - e mecanismos que conferem dinâmica a esse mercado - como títulos verdes, agricultura de baixo carbono, patentes verdes, mercado de crédito de carbono, compensação de desmatamento, energias renováveis, entre outros (Moreno, 2016; Furtado, 2015). Cabe aos acordos internacionais consolidar essa nova fronteira de ativos no debate global como a única alternativa frente ao cenário de mudanças climáticas, tal qual feito em 2015, em Paris. Assim, converter elementos naturais em mercadorias, portanto, apropriáveis e comercializáveis, tem como substrato a hegemonia de uma ontologia da natureza profundamente embebida na ideologia neoliberal, determinada

pela dissociação de biomas e ecossistemas de seus processos históricos e ecológicos (Fairhead et al 2012).

O processo histórico de associar o carbono à condição de mercadoria é justamente o elemento que valida a redução da problemática ambiental às mudanças climáticas, e essas sucessivamente às emissões de gás carbônico. Como resultado, identifica-se a conformação do debate socioambiental à lógica do cálculo econômico, submetendo qualquer questão social ou política à contabilidade, estando garantida, assim, a funcionalidade da ideologia neoliberal. Esse paradigma, o qual Camila Moreno denomina “métrica do carbono”, centraliza sua estratégia em avaliar os distintos potenciais de mitigação para cada contexto geográfico por meio da unidade mensurável de toneladas de carbono (Moreno et al, 2016).

Ao observar o avanço dessa tendência no ordenamento mundial vigente, Bringel e Svampa (2023) caracterizam o atual momento como “Consenso da Descarbonização”. Os autores o definem como um novo acordo capitalista global que aposta na *diversificação* de matriz energética fundamentalmente baseada em combustíveis fósseis de modo a comportar outras formas de geração de energia que ofereçam emissões de carbono reduzidas ou nulas, com base em energias “renováveis”. Importante trazer ênfase ao emprego do termo diversificar ao invés de substituir, justamente para contemplar a tendência a não necessariamente *diminuir* ou *encerrar* a produção de energia por combustíveis fósseis, mas sim de *ampliar* as forças produtivas para outras fontes não-fósseis, ou energias renováveis. Esse paradigma, ao focar nessa ampliação das forças produtivas, mantém inalterado o perfil metabólico da sociedade ou a relação predatória com a natureza seja alterado, tendo em vista que os países periféricos sigam sendo zonas a serem sacrificadas para este fim (Bullard, 2001; Bringel; Svampa, 2023).

Ao hegemonizar o discurso da crise energética e, assim, do paradigma corporativo de transição energética, esta se apresenta como uma vigorosa frente para resolver a crise de sobreacumulação dos anos 1970. Isso se dá pois esse rumo do desenvolvimento da indústria elétrica permite: i) ampliar a atividade produtiva intensiva em capital, não em trabalho; ii) estabelecer novas demandas de atividade minerária, como lítio, bauxita, entre outros minérios; iii) viabilizar a lucratividade do vento, uma vez que se trata de uma matéria-prima previamente disponível que, ao prescindir trabalho, disponibiliza um lucro suplementar, ou renda da terra. Assim estabelecem-se as bases de apropriação dos ventos, um bem comum,

para a geração de lucro privado (Marx, 2023c; Traldi; Rodrigues, 2022; Cruz Maurício, 2023).

Desta forma, ganha novo fôlego uma nova via de crescimento econômico para economias centrais, mediante apropriação líquida de recursos e trabalho das economias periféricas pela diferenciação de preço no comércio internacional, conforme abarca na teoria da troca desigual de Hickel et al (2022). A partir da quantificação da troca desigual estabelecida entre Norte e Sul global desde o advento do Consenso de Washington até 2015, Hickel et al (2022) identificaram que durante este período houve uma apreensão de US\$ 242 trilhões de recursos do Sul global pelo Norte global, representando $\frac{1}{4}$ do PIB dos países centrais. As perdas do Sul devido à troca desigual superam em 30% o total de ajuda recebida (Hickel et al, 2022).

Para que a produção de energia a partir dos ventos fosse viável nos termos do capitalismo imperialista - portanto, a generalizar-se pelo mundo -, foi necessário que houvesse uma evolução das condições tecnológicas dessa indústria, de modo que o vento passasse de fato a ser um recurso natural. A partir do final dos anos 1970, países centrais começaram a investir no desenvolvimento de suas forças produtivas no âmbito das fontes renováveis de energia, chegando, já no início dos anos 2000, a atingir os limites de disponibilidade de potencial eólico, de mercado interno e de disponibilidade de terra dessa indústria dentro de seus territórios nacionais. Conforme Traldi e Rodrigues (2022), “desde 2003 a taxa de crescimento da energia eólica em países como Alemanha e Dinamarca vem caindo, dada a escassez de locais adequados para a instalação de novos parques eólicos *onshore*” (p. 66).

No contexto da arquitetura institucional implantada pelo capital financeiro, essa necessidade de exportação de capitais da indústria eólica encontra meios de ser suprida a partir do “*rebranding*” desta crise de controle dos custos de produção: o mundo era alarmado pela “crise energética”. Para interpretar e propagandear essa “crise”, cria-se seu lastro na instauração da sensação de medo pela sempre iminente insegurança energética; enfatiza-se, assim, a origem desta insegurança como substancialmente oriunda em termos de oferta (produção), nunca de demanda (consumo), direcionando as preocupações a preços, esgotamento de reservas ou perda de soberania nacional (Sá Barreto, 2019; Sauer; Borrás, 2016). Em sequência, prontamente imprimem-se respostas a essa “crise” - tanto energética

quanto de soberania nacional - na opinião pública dos países centrais: investimentos em novas formas de extração de recursos e necessidade de promover a estrangeirização de recursos (Safransky; Wolford, 2011).

A construção do caminho da expansão do capital via descarbonização foi sendo pautado ao longo das últimas décadas do século XX, no qual foi ganhando força a institucionalização da questão ambiental (Porto-Gonçalves, 2017). Nesse sentido, uma série de espaços multilaterais foram sendo estabelecidos, a fim de criar uma intensa agenda diplomática que visasse a criar uma governança global para as mudanças climáticas. O Relatório Brundtland, elaborado pela IEA em 1987, é responsável por internacionalizar os meios de superação dos problemas relacionados à oferta e aos preços do petróleo. As diretrizes estabelecidas pela IEA neste relatório colocavam-se como justificáveis na medida em que se apresentavam como método de combate às mudanças climáticas: ao deslocar o problema para o campo da tecnologia, mantém-se intocado o debate sobre o modo de produção capitalista (Traldi; Rodrigues, 2022). Esse processo, inscrito no contexto da financeirização da natureza, tem como efeito “reduzir a transição socioecológica - cuja compreensão integral deveria abarcar os planos energético, produtivo, alimentar e urbano - à transição energética”, oferecendo como alternativa “uma transição energética promovida pela eletrificação do consumo e da digitalização” (Bringel; Svampa, 2023, pp. 52-53, tradução nossa).

Assim, demarca a tônica da institucionalização da questão ambiental ao lançar mão do conceito de “desenvolvimento sustentável”, o qual busca se equilibrar na insustentável conciliação de um desenvolvimento que satisfaz as necessidades de crescimento econômico e de redução de desigualdades socioambientais. Diante disso, Traldi e Rodrigues (2022) apontam para o caráter homogeneizante e abstrato do paradigma do desenvolvimento sustentável, na medida em que substitui os conflitos de classe pelo conflito de gerações, assim eliminando do debate os fatores que consolidam o modo de produção vigente em troca de uma visão genérica do meio ambiente como “bem comum”, o que revela a indisponibilidade em abrir mão da estrutura de poder global.

Os sucessivos encontros multilaterais vão criando um paradigma diplomático de internacionalização da pauta ambiental que torna explícita a limitação dos países centrais em se colocar em posição de genuíno diálogo e comprometimento com as necessidades

materiais e concretas do restante do planeta, bem como em reagir à ordem internacional que se desenhava com o advento do século XXI.

A partir da discussão estabelecida até este ponto, é possível inferir que a transição energética é um dispositivo de manutenção de poder por meio das disputas territorial e ideológica do que é um modelo que combata o colapso ambiental, ou, em outras palavras, do que é entendido como ambientalmente viável dadas as condições sistêmicas atuais. Neste segundo capítulo, daremos continuidade a esse debate buscando aprofundar nos mecanismos que operam atualmente para que essa tentativa de manutenção de poder por meio da transição de poder se concretize. Desta forma, em função de trazer os fundamentos do sistema hidrogênio verde-eólicas offshore que hoje adentra as fronteiras brasileiras, nos proporemos a discutir o posicionamento de um dos principais *players* da transição energética a nível mundial, a Alemanha, no mapa da energia contemporâneo, e como se produziu este projeto.

2.2 Entre o avanço chinês nas renováveis e a dependência europeia pelo gás russo: a disputa da Alemanha pela transição energética global

A Alemanha despontou, na primeira década do século XXI, como uma potência no setor de produção de renováveis. De acordo com o “Renewable Energy Country Attractiveness Index”, o país ultrapassou a China e alcança, pela primeira vez, o segundo lugar no mercado global de energias renováveis, ficando apenas atrás dos Estados Unidos (EY, 2023). Isso reflete a grande dependência da economia alemã em relação ao mercado de serviços e produtos ambientais, o qual abarca a produção de bens como células solares, componentes para turbinas eólicas, turbinas a gás e a vapor, usinas de cogeração e materiais de isolamento térmico. De acordo com a Agência Ambiental Alemã (2020), a participação da Alemanha no comércio mundial de bens de proteção ambiental em 2017 foi de 13,6%, superior à sua participação em bens industriais processados, quando era 9,9%. Neste mesmo ano, o país exportou serviços e produtos ambientais no valor de € 58 bilhões, representando cerca de 5% das suas exportações totais de bens, em especial na área de gestão de resíduos. Desse total, € 20,6 bilhões correspondem a bens alegadamente voltados para o combate às mudanças climáticas (Agência Ambiental Alemã, 2020).

Esse cenário se dá como fruto de décadas de tradição de políticas ambientais, que remontam ao período do regime nazista, como a Lei para a Proteção da Natureza do Reich (German History Docs, 1935). Neste documento se fundamenta a lógica de que a natureza –

a qual equivale à pátria - deveria ser usada de uma maneira condizente com a sociedade alemã, e o ecossistema deveria ser capaz de servir à sociedade de forma perpétua (Hacioğlu, 2024). Esse paradigma nacional de ambientalismo está presente no histórico de políticas públicas que o Estado alemão desenvolveu em relação às indústrias química e a energética, estas que foram centrais na sua reconstrução pós-Segunda Guerra. Como resultado, a Alemanha foi construída como uma potência industrial da economia verde.

O avanço da indústria energética na Alemanha foi fortemente vinculado ao movimento ambientalista das décadas de 1960 e 1970, o qual o país, junto de outros países europeus, sempre esteve na vanguarda. Alavancado pelos “Verdes”, que se tornavam um movimento de massas, emerge no país um forte movimento contra o uso da energia nuclear frente aos choques do petróleo³. Como resultado, os Verdes organizam-se politicamente no Partido Verde em 1980, tornando-se um dos maiores partidos verdes mais influentes do mundo, bem como um dos maiores partidos dentro do *Bundestag*, Parlamento alemão (Ydersbond, 2012), consolidando a força da pauta ambiental na política do país. A partir desse contexto, frente à emergente preocupação com as mudanças climáticas, à eficiência energética, à escassez de hidrocarbonetos e à volatilidade de seus preços, o Estado alemão dá corpo à formulação de sua política de transição energética em direção a energias renováveis, a assim chamada “*Energiewende*”, que seria marcada pelo seu forte viés estatal (Hacioğlu, 2024).

A *Energiewende* teve como primeira expressão legal a Lei de Abastecimento de Energia da Alemanha, de 1991, que previa largos benefícios à indústria de energias renováveis. Esta lei obrigava os operadores de rede - na época, o setor de serviços públicos - a pagar aos produtores de certos tipos de energia renovável uma tarifa de 80% dos preços da energia, bem como tornava compulsória a aceitação de energias renováveis por fornecedores de eletricidade. Os resultados da lei acabaram por favorecer a indústria eólica, uma vez que as tarifas não compensavam adequadamente os altos custos de novas instalações de produção para outras fontes de energia renovável, resultando em um aumento em larga escala da indústria eólica entre 1991 e 1995 (Ydersbond, 2012; Kochanek, 2024).

³ Se entre os anos 1990 e 2010 a energia nuclear ainda era uma opção de energia renovável na Alemanha, com a repercussão do acidente de Fukushima, em 2011, o processo de desnuclearização ganhou força no país (Kochanek, 2024). Depois de seis décadas, o desenvolvimento de energia nuclear na Alemanha chegou ao fim, com o descomissionamento das últimas três centrais nucleares do país, em abril de 2023 (DW, 2023).

Assim, conforme Ydersbond (2012), a combinação de programas de energia renovável e a lei de 1991 gerou um sucesso imediato no impulsionamento da produção de energia renovável, consolidando as bases para as capacidades de geração de energia fotovoltaica e eólica. Com a entrada do Partido Verde no poder pela coalisão com os social-democratas (SPD), a política energética se fortaleceu ainda mais: a implementação de uma série de leis, como a Lei de Fontes de Energias Renováveis, de 2000, criaram condições extremamente favoráveis para investimento no setor, garantindo aos investidores créditos facilitados e preços muito competitivos para uma indústria que ainda era novidade no mercado mundial (Kochanek, 2024).

O desenvolvimento da política energética na Alemanha havia levado, de acordo com Kochanek (2024), à criação de um novo conceito de política industrial. Estabelecia-se na premissa de que, se a economia mundial do século XXI é cada vez mais dependente de recursos fósseis, estes que cada vez mais chegam ao seu limite físico, ela precisará o quanto antes buscar novas fontes alternativas de energia. Desta forma, as partes interessadas no avanço da energia renovável haviam se organizado, ainda em 1991, na Agência Federal de Energia Renovável (BEE), de forma a incidir politicamente em favor de seus interesses. Dentre as partes integrantes do BEE, a Associação Alemã de Energia Eólica (BWE) é uma das mais relevantes, sendo, de acordo com sua página inicial, a maior organização de energias renováveis, contando com 20 mil membros, desde produtores e seus investidores, até cientistas, engenheiros e advogados (BWE, s/d). A estratégia de *lobby* nacional da BEE contava com as seguintes frentes: i) incidência nos ministérios de Meio Ambiente e Economia; ii) pressão no governo por meio de políticos da situação que fossem favoráveis às energias renováveis; iii) alianças informais com organizações ambientais globais, como o Greenpeace e o Amigos da Terra; iv) extensiva campanha de mídia que apresentasse o impacto positivo da transição energética para o meio ambiente e para a economia alemã (Kochanek, 2024).

O fomento à energia renovável tornava-se cada vez mais uma importante linha política para o país alavancar sua economia. No entanto, conforme já apresentado, a indústria de produtos ambientais e de energia renovável são altamente dependentes de suas exportações, sendo, portanto, a expansão da *Energiewende* para além das fronteiras germânicas um fator vital para a sua indústria de equipamentos de energia renovável. Assim,

desde o início, o trabalho de influência política em favor das renováveis não se limitou ao território alemão: ao mesmo tempo que trabalhava internamente, empenhou um intenso processo de internacionalização de sua política ambiental e energética. A União Europeia seria naturalmente o primeiro espaço no qual a Alemanha pôde testar sua influência no tema, sobretudo no ano de 2007, no qual o país assumia a presidência do bloco (Ydersbond, 2012; Kochanek, 2024).

O componente energético é um elemento central na história da integração do continente europeu e da própria formação da União Europeia. Esse histórico pode ser dividido em três fases: i) priorização da segurança energética como base da unificação da Europa no pós-Segunda Guerra Mundial, tendo como marco a criação da Comunidade Europeia do Carvão e do Aço em 1951; ii) a liberalização da política energética e debate sobre reestruturação produtiva diante das crises do petróleo na década de 1970, em um contexto de estagnação da produção industrial e avanço da ideologia neoliberal; iii) orientação política e jurídica nos termos da sustentabilidade, da economia verde e da política climática, iniciada com a formulação do Green Package em 2007-2009 e impulsionada na crise energética de 2022 (Hafner; Raimondi, 2020). Essa última fase, conforme Kochanek (2024) coloca, se trata da europeização da *Energiewende*, ou seja, da tentativa de transposição de sua política climática e energética para outros países europeus, na medida em que isso facilitaria a sua própria transição energética. Esse processo se deu pelo forte trabalho de *lobby* da BEE dentro de diversas instâncias da estrutura da União Europeia, principalmente com o Conselho Europeu de Energia Renovável (EREC) e com a Federação Europeia de Energia Renovável (EREF).

Nesse processo, um dos elementos centrais da estratégia do setor de renováveis alemão foi a implementação do Pacote Verde, que se tornaria lei. A sua primeira parte, o 1º Pacote Climático e Energético, tinha como objetivo possibilitar que a União Europeia alcançasse as metas do Protocolo de Kyoto, tratado que até então buscava regular a redução de emissões de gases do efeito estufa e que seria substituído pelo Acordo de Paris em 2015. Para tal, baseava-se em três metas centrais: i) redução em 20% de gases do efeito estufa; ii) alcançar em 20% o consumo doméstico de energias renováveis, e iii) reduzir em 20% o consumo de energia, mediante eficiência energética. Tendo em vista que o prazo era 2020, essas metas também ficaram conhecidas como “20-20-20” (Ydersbond, 2012; Hafner;

Raimondi, 2020). Já o 2º Pacote Climático e Energético, lançado pela Comissão Europeia em janeiro de 2008, aprofundava o paradigma da transição energética alemã no bloco. A medida mais relevante deste pacote foi o Sistema de Comércio de Emissões da União Europeia (EU ETS), que estabelecia o mercado de carbono entre as economias europeias. Outro elemento importante do Pacote Verde foi a Diretiva de Energias Renováveis (EU, 2009), que incluiu a energia renovável também para os setores de aquecimento e refrigeração, bem como estabelecia metas individuais vinculativas para a produção de energia renovável para os Estados-membros.

O pacote, proposto inicialmente em 2007, foi aprovado no Parlamento Europeu somente no final de 2008, devido ao extenso debate entre os Estados-membro (Hafner; Raimondi, 2020), haja vista a resistência de uma série de países majoritariamente localizados na Europa Central e Oriental, que haviam estruturado sua economia em torno da energia fóssil, sobretudo carvão. No entanto, a Alemanha contava com uma série de mecanismos de incidência política dentro das estruturas do Parlamento⁴, levando à promulgação do *Green package - A European strategy for sustainable, competitive and secure energy* (EC, 2006) no Parlamento europeu, em 2009. A partir dessa conquista, a Alemanha intensificava sua diplomacia energética, visando a espalhar seu programa de transição energética pelo mundo e prorrogar sua política energética e climática para além de 2020 (Kochanek, 2024).

Deste período em diante, a União Europeia cada vez mais tomava para si a meta de tornar-se o primeiro continente neutro em emissões de carbono, fortalecendo sua política climática e demonstrando sua disposição em articular planos de longo prazo. Em novembro de 2018, a Comissão Europeia apresentava uma visão estratégica que estendia seus esforços de descarbonização para 2050 (EC, 2018). Esse plano seria complementado com o documento apresentado no ano seguinte, em 2019, este que consistia em uma atualização de seu arcabouço legal energético, de forma a facilitar sua transição para uma economia desfossilizada e fomentar a indústria de renováveis. No pacote *Clean energy for all Europeans*, a Comissão Europeia aprofundou a Diretiva de Energia Renovável, estabelecendo a meta de aumentar a participação de energias renováveis em sua matriz energética em ao menos 32% e reduzir seu consumo de energia em ao menos 32,5% até 2030 (EC, 2019).

⁴ Ver mais em Kochanek (2024).

Como fruto dessa sequência de pacotes, somada à popularidade do movimento “Fridays for Future”, que cada vez mais repercutia a nível mundial, a nova presidente da Comissão Europeia, a alemã Ursula von der Leyen, lança o Pacto Verde Europeu (EC, 2019). Este ambicioso programa estabelecia a estratégia da União Europeia para realizar sua transição energética, consolidando seu objetivo de transformar a Europa em uma economia competitiva e eficiente. Era proposta, assim, a conciliação entre a neutralização de suas emissões de gases do efeito estufa até 2050 com o crescimento econômico. Para atingir as metas climáticas e energéticas intermediárias de 2030, estimava-se um investimento anual de € 260 bilhões, cerca de 1,5% do PIB do bloco em 2018. Desta forma, o Pacto Verde Europeu previa três dispositivos financeiros: o Plano de Investimento Sustentável Europeu (SEI), o fundo InvestEU e o fundo de Inovação e Modernização (Hafner; Raimondi, 2020). Este programa, consolida-se, então, como o primeiro “*Green Deal*” do mundo a estabelecer metas tão alinhadas com o Acordo de Paris.

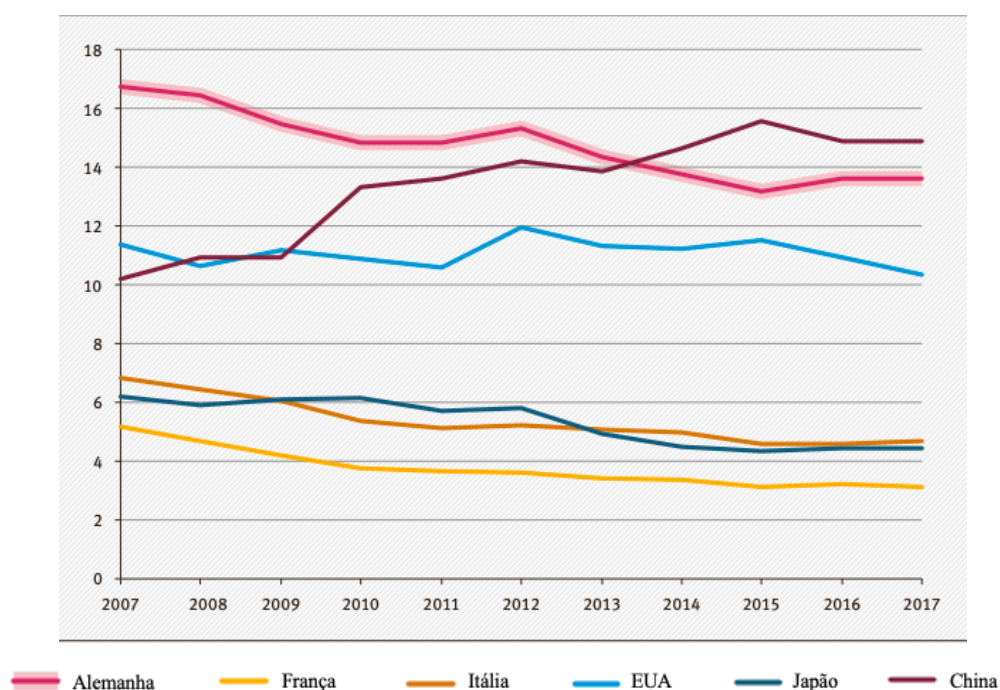
Esse posicionamento da Alemanha frente à tarefa de liderar a transição energética se encontra em consonância com o atual momento político e econômico de “Consenso da Descarbonização” (Bringel; Svampa, 2023), no qual o Estado assume a tarefa de planificar o enverdecimento econômico, orientando essa transição com base na promoção de fundos privados, promovendo um paradigma de financeirização da natureza. Esse caráter que o Estado alemão assume é caracterizado por Bringel e Svampa (2023) como um Estado “ecocorporativo”, na medida em que se propõe a unir a transição verde com a promoção de fundos privado e a financeirização da natureza. Assim, na medida em que a Alemanha seja a principal liderança da nova estratégia da União Europeia, o bloco se afasta do tradicional modelo político liberal para adotar uma *green-realpolitik* - que seria a adoção do pragmatismo político a partir da noção de desenvolvimento sustentável - e despontar na corrida global por tecnologias denominadas limpas (Goldthau; Youngs, 2023).

Apesar da Alemanha ter se construído como uma potência verde, o que em tese ofereceria vantagens competitivas em pleno colapso ambiental, o país se encontra inserido em uma conjuntura mundial de declínio de poder relativo dos Estados Unidos e da Europa que se desenha desde o século XXI, acelerando esse processo com a crise financeira de 2008. Conforme a tese de Fiori (2023), a ordem mundial dos anos 2000 gravita para um cenário de multipolaridade, no qual economias distantes do Atlântico Norte, sobretudo na Ásia,

rapidamente ganhavam escala de produção e emergiam como fortes mercados no comércio mundial, sendo a China a principal liderança desse processo. Com o processo de abertura da economia chinesa a partir dos anos 1970 e a transição do fluxo de capital e tecnologia para dentro de suas fronteiras, a China em poucas décadas deixa de ser uma economia predominantemente agrária para tornar-se a segunda maior economia mundial: com um crescimento anual de 9%, o Produto Interno Bruto (PIB) do país apresenta um crescimento de aproximadamente 11.910% entre 1978 a 2022, passando de US\$ 149,54 bilhões para US\$ 17,96 trilhões (Banco Mundial, 2023).

Um índice que demonstra o impacto do aumento da economia chinesa sobre a alemã é a exportação de produtos e bens ambientais: a Alemanha, que anteriormente era a maior exportadora de bens ambientais, ocupa agora o segundo lugar, atrás da China (14,9%) e à frente dos EUA (10,3%) (Agência Ambiental Alemã, 2020), conforme demonstrado no Gráfico 2.

Gráfico 2 - Participação no comércio mundial dos maiores fornecedores de potenciais produtos de proteção ambiental de 2007 a 2017 (em %)



Fonte: adaptado de Agência Ambiental Alemã (2020)

Tendo em vista o grau de desenvolvimento e dinamismo das forças produtivas chinesas, e da sua capacidade de orquestrar novos arranjos multilaterais, o fato da China ter realizado sua modernização à base da indústria fóssil não a eximiu de se colocar à frente da disputa pelo mercado de produtos ambientais e de energias renováveis. A partir do marco da Lei de Energias Renováveis de 2005, o Estado chinês, firmado no pragmatismo político e no planejamento a longo prazo, garante o suporte à indústria de renováveis a partir de metas de geração de energia renovável, da regulamentação para operação desta energia na rede elétrica, e da criação de um Fundo Especial de Desenvolvimento de Energia Renovável para subsidiar projetos-piloto e pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I)⁵.

Nessa primeira fase da política de energia renovável do país, o setor eólico nacional foi fortemente estimulado: em 1997, o programa “*Ride the Wind*” dava início à proteção da indústria eólica chinesa com a exigência de 20% de equipamento eólico doméstico, aumentando de 30% em 2005 para 90% em 2010 (Zotin, 2021). Sob efeito, a capacidade instalada de produção de energia eólica cresce de 0,028 GW em 1996 para 25 GW em 2009 (IEA, 2010), representando um aumento de 89.186% em 13 anos.

Inicialmente, o setor de energia solar não foi central no planejamento energético da China em comparação às indústrias eólica, de biomassa ou geotérmica, uma vez que na época o custo de geração era mais alto. Conforme Zotin (2021), os esforços nos anos 2000 eram para consolidar as condições básicas necessárias para o desenvolvimento da indústria de fabricação de painéis e módulos fotovoltaicos, inicialmente com uma estratégia de expansão voltada para a exportação. Como resultado, a indústria fotovoltaica chinesa escalou muito rapidamente para um cenário de sobre capacidade da produção, ultrapassando a liderança europeia ainda no início dos anos 2000, e de queda vertiginosa dos preços dos painéis solares no mercado mundial, chegando a um declínio de 83% entre 2010 e 2017 na Europa (Irena, 2018).

O desenvolvimento industrial empregado pelo Estado chinês para a produção em escala, junto da redução do preço do silício, fez com que o preço de mercado caísse para menos de US\$1/W, tornando o preço da tecnologia fotovoltaica comparável ao preço de combustíveis fósseis em determinados contextos (Abdin et al, 2020). Frente à incapacidade de competir com os preços extremamente baixos dos equipamentos de energia solar

⁵ Ver mais em Zotin (2021).

chineses, a União Europeia viu sua indústria de energia fotovoltaica retrair em 92% em 2024, tendo oito empresas europeias da indústria de equipamentos de energia fotovoltaica entrado com pedido de falência desde agosto de 2023 (SolarPower Europe, 2024). Isso reforça o fato do ambiente concorrencial ser produtor de ineficiências, uma vez que o que se tem em vista é a finalidade de realizar a mais rápida universalização possível.

Outro setor que a potência asiática também lidera é a produção de eletrolisadores de hidrogênio, equipamento que vem sendo incorporado na indústria verde. Contando com quase 70% da capacidade instalada no mundo em 2024, a China dobrou em 2023 a sua capacidade de produção, chegando à marca de 25 GW por ano⁶ (IEA, 2024a) e podendo corresponder à produção de 220 mil toneladas de hidrogênio por eletrólise por ano, em comparação com a atual produção mundial de 6 mil toneladas (Rystad Energy, 2024). O mercado chinês de eletrolisadores alcalinos apresenta tendência de expansão, podendo se tornar a quarta maior exportação relacionada a energias renováveis no país (Yutong; Yaoyu, 2024), e com foco no mercado internacional, estando 200 empresas chinesas com planos de expandir seus negócios na produção do equipamento (Xiaoying et al, 2023). A Europa está sendo um dos focos prioritários para a China, considerando que o preço do eletrolisador alcalino pressurizado chinês corresponde a apenas 25% do custo do mesmo eletrolisador produzido na Alemanha (Wood Mackenzie, 2024).

Haffner e Reis (2023) observam a inserção chinesa na liderança da transição energética sobre a lógica arrighiana de internalização de custos. De acordo com as autoras, a internalização de custos funciona como um facilitador do processo de transição de poder, na medida em que “o novo poder dominante rompe com as estruturas políticas e econômicas criadas pelo seu antecessor, criando paradigmas que ‘corrigem’ as falhas do sistema anterior ao mesmo tempo que fortalecem o seu próprio processo de expansão material” (Haffner; Reis, 2023, p. 33). Assim, as autoras defendem que a China estaria, enquanto potência dominante em ascensão nas primeiras décadas do século XXI, em busca de internalizar os custos da transição energética e renovação ambiental dos Estados Unidos, na medida em que estes não tenham apresentado soluções suficientes para as crises energética, climática e ambiental, a exemplo das decisões retirada dos EUA do Acordo de Paris em 2020 (DW, 2020) e 2025 (G1, 2025).

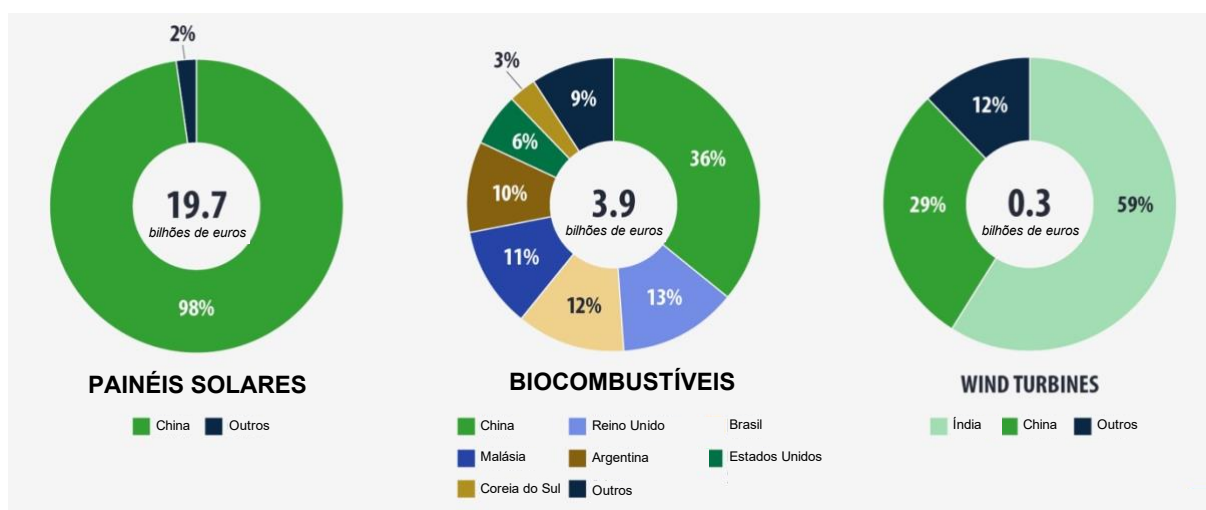
⁶ É importante ter em mente a grande diferença prática entre capacidade instalada e uso efetivo, tendo em vista que apenas 10% da capacidade instalada na China é de fato utilizada (IEA, 2024a).

O caso chinês demonstra a contradição subjacente ao projeto hegemônico de transição energética e à concepção de economia verde: ao mesmo tempo em que desponta como líder em produção de energias renováveis a nível mundial, a China acompanha a tendência global⁷ e contabiliza um dos maiores índices de emissão de gases de efeito estufa. Em 2020, o país emitiu aproximadamente 9.900 milhões de toneladas de CO₂ em 2020, representando cerca de 30,7% do CO₂ das emissões globais (BP, 2021). Um elemento estritamente econômico que demonstra esta contradição se dá pelo fato de que o caminho para a industrialização chinesa, que permitiu o desenvolvimento da indústria de energias renováveis, tenha sido baseado no uso intensivo de carvão e petróleo, levando o país a ser conhecido internacionalmente por conta de seus desequilíbrios ambientais.

Como resultado desse processo, conforme apresentado no Gráfico 3, o Eurostat (2024b) aponta que o montante de importações de produtos de energias renováveis da União Europeia está hoje mais alto que o valor de exportações do setor: se, em 2023, a União Europeia exportou € 0,9 bilhão em painéis solares, a importação foi de € 19,7 bilhão; se a exportação de biocombustíveis líquidos foi de € 2,2 bilhão, a importação foi de € 3,9 bilhão. O valor de painéis solares importados decresceu em 12% em relação a 2022, ao mesmo tempo que a quantidade cresceu em 5%. O mercado que hoje desvia dessa regra é o de turbinas eólicas, no qual a exportação foi de € 2 bilhões e a importação foi de 0,3 bilhão; no entanto, ele acompanha os outros setores no que se refere à origem de importante parcela das importações de produtos para energias renováveis: a China.

⁷ Em 2020, o total das emissões de CO₂ mundial somou 32.018,2 milhões de toneladas, sobretudo pelos Estados-membro da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), que somaram 33,4% da emissão total de CO₂ neste ano (BP, 2021).

Gráfico 3 - Importações da União Europeia de produtos de energia selecionados em 2023



Fonte: adaptado de Eurostat (2024b)

A economia chinesa, no entanto, não é a única a colocar o projeto da Europa verde e o *Energiewende* em posição de dependência. Desde o período do debate da desnuclearização, o processo de formulação da política energética europeia foi orientado por decisões que engendrariam críticas consequências geoeconômicas no futuro. O posicionamento contrário ao fomento da energia nuclear pela Alemanha pós-2011 fazia coro a países europeus como Áustria, Dinamarca, Portugal e Espanha, que não considerava a energia nuclear como uma fonte de energia verde⁸, voltando sua atenção para outras fontes de energia com baixo índice de emissão de gás carbônico. Nesse sentido, o processo de desnuclearização da Alemanha foi construído a partir da escolha de substituição da energia nuclear no país pela energia oriunda do gás natural, esta que foi ganhando cada vez mais espaço na matriz energética alemã e europeia.

Desta forma, a Europa, ao ser uma das poucas potências a privilegiar o gás na formulação de sua matriz energética, acabou por levar sua economia à dependência em relação à Rússia, troca comercial que chegou a representar 45,5% do mercado europeu (Statista, 2024b). Essa dependência recaiu com mais força à Alemanha, que é a maior

⁸ Essa posição, no entanto, não é unânime dentro do bloco, contrastando com Estados que consideram a energia nuclear uma alternativa à descarbonização e que a incorporam em seu *mix* energético, como Bulgária, República Checa, Eslováquia, Eslovênia e, sobretudo, França, sendo portanto a energia nuclear responsável por 22,8% da geração de eletricidade na União Europeia (Eurostat, 2024c).

importadora do gás russo no bloco, contando com 25,94 bilhões de metros cúbicos de GNL incorporado à sua economia em 2022 (Statista, 2024b) Assim, o fato de possuir dentro de seu território a maior reserva de gás natural do mundo (Statista, 2024c) tornou-se menos uma questão geológica que política para a Rússia. O uso de recursos energéticos pela potência euroasiática foi incorporado como um elemento de projeção de poder que marca a Rússia pós-queda da União Soviética, sendo uma peça central na estratégia da era Putin de manter sua condição de potência mundial frente à correlação de forças da geopolítica do século XXI (Fiori, 2023).

Essa escolha europeia a torna altamente vulnerável às tensões geopolíticas que envolvem a Rússia, sobretudo aquelas na Ucrânia, país que se interpõe entre Rússia e Europa e que tem seu território entrecortado por uma série de gasodutos que levam os recursos energéticos russos ao continente europeu. A preocupação com a falta de resiliência energética da Europa se aprofunda pela frequência de crises no fornecimento de gás na região, como as crises de 2006, 2009 e 2014. Conforme Fiori (2023) aponta, estas crises estão intimamente associadas à escalada do conflito entre a Rússia e as forças da Organização do Tratado do Atlântico Norte (OTAN) que marca a ordem mundial decorrente do fim da Guerra Fria e do Pacto de Varsóvia, sendo a dificuldade de acesso a recursos energéticos um elemento central no tensionamento entre as potências (Nozaki; Leão, 2022).

Para criar as condições de garantia de sua soberania energética, o governo alemão, sob liderança da chanceler Angela Merkel, se direciona à construção de projetos junto à Rússia para diminuir as chances de interrupção do fornecimento de gás. É nesse contexto que ganha corpo o projeto do gasoduto Nord Stream 2, que transportaria o gás russo pelo Mar Báltico, saindo do porto de Ust-Luga, na Rússia, até o porto de Greifswald, na Alemanha, através de dois gasodutos com uma extensão de mais de 1.200 km. Esse gasoduto, junto do já operante Nord Stream 1⁹, pode fornecer 110 bilhões de metros cúbicos de gás por ano para a Europa, podendo praticamente garantir a segurança energética do continente (Gazprom, 2021). Além disso, o gasoduto reduziria em 40% a dependência ao acesso ao território ucraniano para a condução do recurso (Eser et al, 2019). Assim, sob financiamento do consórcio Nord Stream AG, liderado pela estatal russa Gazprom e associado às empresas alemãs Uniper e Wintershall, à austríaca OMV, à francesa Engie e à

⁹ Este gasoduto também interliga a Rússia e a Alemanha pelo mar Báltico, saindo do porto de Viborg, na Rússia, chegando também no porto de Greifswald, na Alemanha.

anglo-holandesa Shell (Fiori, 2023), o projeto do Nord Stream 2 representa um processo de aproximação do território da Eurásia, tão central para a geopolítica mundial, mediante o comércio de gás natural.

No entanto, a Rússia, ao contrário da Europa, não coloca essa aproximação no centro de sua estratégia política e de segurança energética. De acordo com Leão e Nozaki (2022), o Kremlin tem como objetivo atender novos mercados de energia, sobretudo a Ásia, de modo a reduzir a sua dependência nas exportações pra Europa e aumentar a sua influência no controle do preço e da oferta globais de petróleo e gás natural. Assim, ao diminuir o poder de barganha da Europa, uma expansão de novas frentes de exportação do gás russo faria com que uma eventual sanção que interferisse nas exportações de gás à Europa afete muito mais os compradores europeus do que a Rússia (Leão; Nozaki, 2022).

De toda forma, a criação do Nord Stream 2 entra em colisão direta com a estratégia do maior produtor e exportador de gás do mundo, os Estados Unidos e *shale gas*¹⁰ (IEA, 2022). De acordo com Yergin (2012), o gás de xisto estadunidense se transformou ao longo dos anos 2000 de aventura científica a um dos elementos centrais na política energética do país, fazendo com que os Estados Unidos voltassem ao protagonismo da produção mundial de combustíveis fósseis, o que não ocorria desde os choques do petróleo na década de 1970. É nessa escala que o petróleo de xisto faz os Estados Unidos restaurarem a posição de maior produtor de petróleo de mundo em 2018, ultrapassando Rússia e Arábia Saudita (Yergin, 2012), bem como alcançar a posição de maior exportador de GNL do mundo em 2022, superando o Qatar e a Austrália (Leão, 2023, p. 148).

Além de impulsionar os Estados Unidos como uma potência energética, o gás de xisto também tem sua importância no contexto da transição energética. Mais que ser aceito como uma energia “limpa” por alegadamente emitir menos de gás carbônico em relação ao petróleo e ao carvão, o *shale gas* está sendo estudado para ser usado para produzir hidrogênio azul, ou seja, hidrogênio com captura, utilização e armazenamento de carbono (CCUS) (Godec et al, 2013; Sighn; Dunn, 2022). Essa possibilidade de diversificação na produção de renováveis já se inscreve em projetos em solo estadunidense, como o hub ARCH2 (Appalachian Regional Clean Hydrogen Hub), projeto de US\$ 6 bilhões, desenvolvido por

¹⁰ A expressão *shale gas* é atribuída à alta velocidade que a produção deste gás assumiu no início dos anos 2000 nos Estados Unidos, significando “ventania do xisto” (Yergin, 2012).

empresas de combustíveis fósseis como EQT, CNX e Marathon Petroleum, e voltado para a produção de hidrogênio azul até meados de 2030 (Chu, 2024).

No que diz respeito ao mercado europeu, os Estados Unidos não ocupam a liderança. Em 2019, enquanto o gás russo era responsável por mais de 45% das importações de gás da União Europeia, o *shale gas* representava apenas 16% (EC, 2022a), tendo em vista que este não se coloca como uma opção economicamente competitiva para a Europa (Eser et al, 2019). Esse fator, somado à míngua capacidade de produção de gás natural do Reino Unido e dos Países Baixos, maiores produtores dentro do bloco europeu (Eser et al, 2019), direcionou o governo alemão a centrar sua estratégia de abastecimento de gás natural em torno dos projetos de novos gasodutos com a Rússia.

A conclusão da construção do Nord Stream 2 em 10 de setembro de 2021 (Soldatkin, 2021) e a sua vindoura entrada em operação representavam um entrave direto e fatal ao seu plano de reduzir a dependência da Europa no gás russo e redirecionar suas exportações da Ásia para a Europa (Leão, 2023), esta que apresentava menos riscos geopolíticos e de divergência ideológica. Os Estados Unidos viam-se cada vez mais ameaçados pelo crescimento da Rússia em seu projeto de convergência energética, na qual estabelece uma série de acordos econômicos e energéticos com grandes *players* do setor, bem como alianças militares com países periféricos (Leão; Nozaki, 2022). Assim, a potência norte-americana realiza uma forte campanha de oposição à construção do Nord Stream 2, implementando uma série de sanções para qualquer empresa ou entidade que estivesse relacionada à construção do gasoduto, em forma de emenda à Lei de Autorização de Defesa Nacional (EUA, 2021), estas que foram sendo revisadas e intensificadas ao longo do período de construção.

O projeto do Nord Stream 2 se dá no contexto de expansão da OTAN em direção ao Leste Europeu desde a queda do Muro de Berlim, no qual os Estados Unidos vão estabelecendo alianças militares com ex-repúblicas soviéticas fazendo avançar sua fronteira militar até a Rússia. Desde 1997, 14 países do Leste Europeu ingressaram na OTAN, fazendo a fronteira da aliança chegar à Rússia, ao norte, e à Ucrânia, ao sul. A Ucrânia se encontra em uma posição geopolítica extremamente decisiva, pois ela isolaria ainda mais a Rússia em relação à Europa ao fazer com que todos os gasodutos que conectam o gás russo ao mercado europeu pudessem estar na mira das forças militares de países-membro da OTAN (Leão,

2023). Isso se torna um fato político na medida em que diversos governos ucranianos se posicionaram nas últimas décadas de forma favorável a um possível ingresso na organização. Assim, a efetivação da entrada da Ucrânia na OTAN representaria uma manobra de alta periculosidade, pois a correlação de forças da geopolítica mundial se alteraria de tal forma que poderia colocar em risco a segurança bélica do planeta.

Com a escalada das tensões entre Rússia e OTAN ao longo de 2021 e da movimentação bélica na região fronteiriça do Donbass, a assim chamada Guerra da Ucrânia estabelece-se no início de 2022. A essa altura, o governo alemão já não era mais o mesmo daquele que projetava o Nord Stream 2 com a Rússia, sendo o *Bundestag* comandado pela coalisão sob liderança do SPD, a qual os Verdes também compunham. Durante o ano de 2021, o governo Biden calculava a melhor forma de contrapor-se à estratégia russa, entendendo que naquele momento seria necessário cancelar as sanções outrora aplicadas frente à pressão da Alemanha, uma vez que se fazia necessário reforçar os laços com a Europa (Shalal et al, 2021). Ao final do ano, o jogo havia virado: a Alemanha, sob pressão de acirrar o tensionamento já em curso, suspende a aprovação do Nord Stream 2 (Ambrose, 2021). Consolidava-se cada vez mais o papel do gasoduto como um fator determinante da geopolítica mundial, já que, “enquanto a Europa permanecesse dependente dos gasodutos de gás natural barato, Washington temia que países como a Alemanha relutassem em fornecer à Ucrânia o dinheiro e as armas necessárias para derrotar a Rússia” (Hersh, 2023, s/p).

Nesse ponto, o Nord Stream 2 havia se tornado uma arma na Guerra da Ucrânia. Isso se concretizou com o episódio ocorrido em 26 de setembro de 2022, no qual o gasoduto Nord Stream 2 havia sido explodido, próximo da ilha de Bornholm, na Dinamarca. O vazamento de metano gerado por essa operação havia resultado no maior vazamento individual de metano relacionado a combustíveis fósseis na história (Wilson et al, 2024). Apesar de nunca ter sido oficialmente revelado o que teria ocasionado essa explosão, houve uma série de indícios da autoria estadunidense por parte de autoridades como o então presidente Joe Biden (C-Span, 2022), a então subsecretária de Estado para Assuntos Políticos Victoria Nuland (Forbes, 2022) e o então secretário de Estado Antony Blinken (Departamento de Estado, 2022). Há relatos de ter sido desenvolvido ao longo de 2021, ao mesmo tempo em que os Estados Unidos trabalhavam para aparelhar a União Europeia aos seus interesses, um planejamento para que houvesse essa explosão, envolvendo atores como o Estado-Maior

Conjunto dos EUA, a Agência Central de Inteligência dos EUA (CIA), a Agência Nacional de Segurança dos EUA (NSA) e o governo da Noruega (Hersh, 2023).

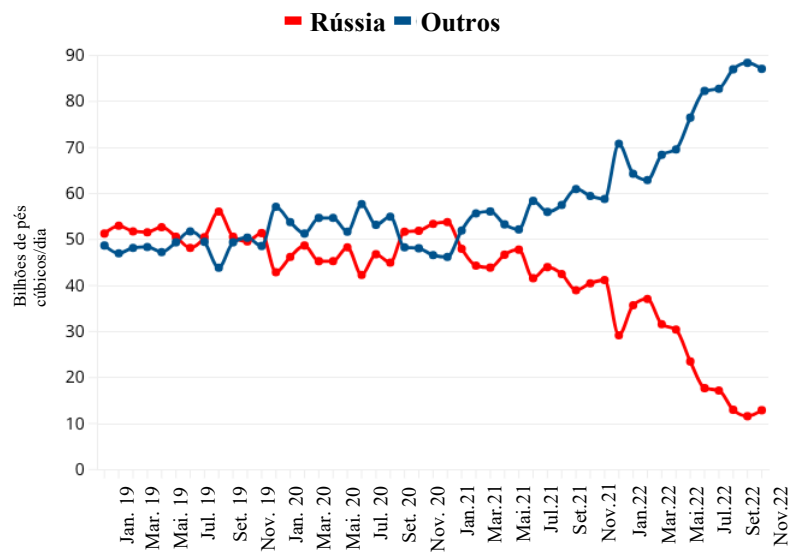
Esse alinhamento da União Europeia à política de guerra estadunidense consolidava, nas palavras de Fiori (2023), a Europa como um protetorado atômico dos Estados Unidos. A decisão de se opor ostensivamente à Rússia e de se posicionar firmemente pró-Ucrânia acabou por abalar ainda mais as condições de fornecimento energético da Europa, esta que ainda estava em processo de recuperação da crise gerada pela pandemia de Covid-19. Os primeiros anos da década de 2020 são marcados na União Europeia por uma severa crise energética. Com o fim da pandemia da Covid-19, as dificuldades na importação do gás da Rússia, responsável por cerca de 40% da energia consumida na Europa naquele momento, fizeram emergir os problemas estruturais da política energética do continente. O aumento da demanda por energia com a retomada das atividades da indústria europeia no pós-pandemia e com os efeitos das mudanças climáticas no verão europeu, que elevaram as temperaturas a níveis históricos, veio de encontro com as limitações da Rússia no fornecimento de gás naquele período: enquanto os estoques da Gazprom, empresa estatal russa de energia, estavam em apenas 22%, o armazenamento de gás na Europa se encontrava reduzido em 20% em relação ao ano anterior (EC, 2022b).

A decisão de avançar o conflito contra a Rússia, orientado pela crença de que teriam as armas suficientes para encurralar a potência eurasiática, revelou-se um grave erro político, uma vez que “esse talvez seja o momento de maior fortalecimento da Rússia no cenário internacional em comparação com outras guerras” (Leão; Nozaki, 2022, p. 100). Conforme aponta Fiori (2023), a Rússia não só é uma potência energética, com extensas reservas de carvão, petróleo e gás natural, ou uma potência alimentar pela sua produção de grãos, mas é sobretudo uma enorme potência militar, contando com o maior arsenal atômico do mundo. As sanções que as forças da OTAN aplicaram sobre a Rússia, apesar de terem afetado em alguma medida a economia do país, não promoveram a rápida asfixia esperada para reverter o curso da guerra; ao contrário, as forças russas cada vez mais se envolviam na guerra. Como resultado, agravavam-se ainda mais as relações econômicas entre Alemanha e Rússia, redesenhando-se, assim, o mapa mundial da energia, em que a Rússia redirecionou suas exportações de gás natural para a Ásia e aprofundou seus vínculos com as potências petrolíferas do Oriente Médio e Extremo Oriente (Fiori, 2023).

A parte mais afetada nessa guerra foi, sem dúvida, a Europa (Fiori, 2022). O preço da decisão de posicionar-se contra o único país na atual conjuntura que tem a capacidade imediata de aumentar a oferta de gás necessária para os níveis de consumo do continente foi pago de imediato. Nos primeiros quatro meses de sanções, o euro se desvalorizou em 12%, a inflação média do continente aproximava-se a 8,5%, e a balança comercial da sua maior economia exportadora, a Alemanha, chegou ao saldo negativo correspondente a US\$ 1 bilhão (Fiori, 2023). A dificuldade do acesso ao gás russo que já era sentida pela economia europeia desde a pandemia de Covid-19 aumentou vertiginosamente com a eclosão da guerra na Ucrânia. O preço do gás natural em agosto de 2022 havia aumentado quinze vezes em comparação ao período pré-guerra, significando um aumento dos preços de referência de energia em 222%, em comparação a 2021 (Fiori, 2023).

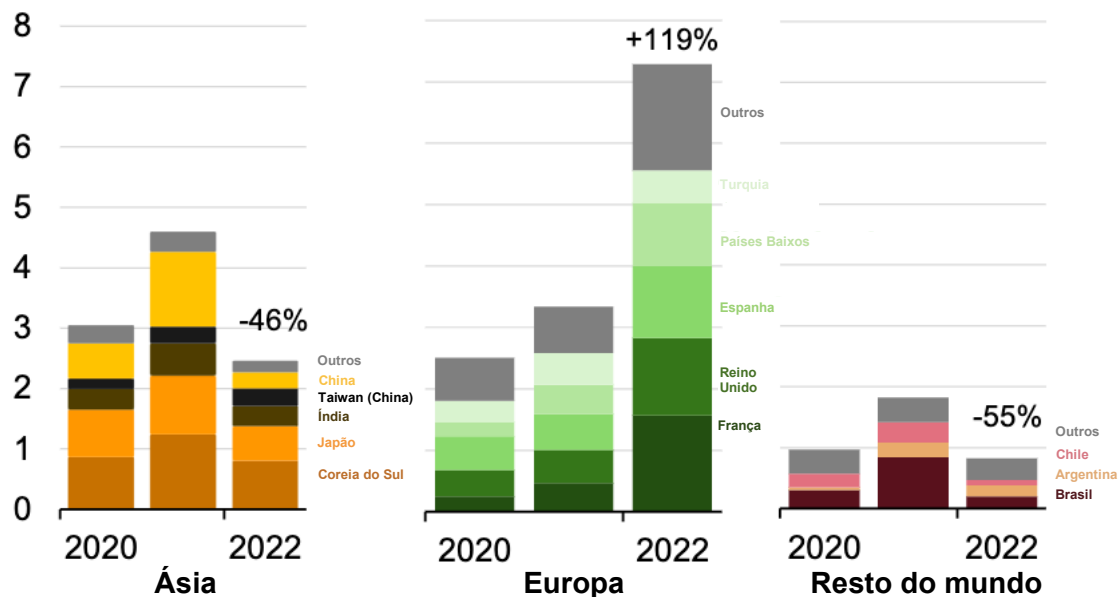
Com o decorrer da guerra, a articulação da dependência energética europeia com as sanções do G7 à Rússia tornou-se uma peça-chave para a geopolítica do conflito: conforme apresentado no Gráfico 4 a queda das importações de gás russo na União Europeia de 2020 a 2022 foi de mais de 75%, sendo que em apenas um ano o decréscimo foi de 70%. Em contraste, de 2020 a 2022, as exportações do *shale gas* estadunidense para o bloco aumentaram em 119%, como se pode ver no Gráfico 5. Posto isso, a guerra da Ucrânia teve como consequência o fato da União Europeia ter se tornado a maior importadora de gás natural liquefeito dos Estados Unidos, substituindo o posto da Rússia, que antes assumia a liderança, assim beneficiando seu parceiro de OTAN.

Gráfico 4 - Redução das importações de gás russo na União Europeia (janeiro de 2019 a novembro de 2022)



Fonte: traduzido de Euronews (2023a)

Gráfico 5 - Exportações anuais de gás natural liquefeito dos Estados Unidos por destino (de 2020 a 2022)



Fonte: traduzido e adaptado de EIA (2023)

A sucessão de crises que afetaram as economias industrializadas nos primeiros anos da década de 2020 e as decisões tomadas a partir delas, além de ter alterado o mapa do poder

e da energia contemporâneos, significou um impasse para o projeto de transição energética da União Europeia. A Guerra da Ucrânia foi lucrativa sobretudo para o setor do petróleo: segundo a OCDE, as cinco maiores petroleiras do mundo - Shell, BP, Chevron, ExxonMobil e TotalEnergies - lucraram desde o começo do conflito mais que R\$ 1,4 trilhão, montante 158 vezes maior que o valor acordado para o fundo de perdas e danos destinado às nações mais vulneráveis às mudanças climáticas na COP28, em 2023 (Miranda, 2024). Os massivos lucros auferidos pelo setor do petróleo e a generosa distribuição de dividendos para seus acionistas tiveram como efeito a minguagem de seus investimentos na transição energética, aprofundando ainda mais a tendência já posta durante a queda do preço do barril de petróleo durante a pandemia da Covid-19 (Nozaki; Leão, 2022; Fiori, 2023).

A descrença frente à transição energética que a Guerra da Ucrânia gerou afetou também a União Europeia. Apesar dos Estados Unidos terem compensado a queda das importações de gás oriundos da Rússia, não era suficiente para suprir as demandas continentais, cuja demanda em momento de crise e de aproximação do inverno era de aumento do estoque de energia em 80% para curto prazo e 90% para invernos futuros (Gabrielli, 2022). A partir disso, o bloco passou a permitir que houvesse um aumento do uso de carvão na geração elétrica de seus Estados-membro, reativando plantas que outrora haviam sido desativadas frente às restrições ambientais e convertendo usinas termelétricas movidas a gás natural para o uso de carvão. A própria Alemanha realizou o movimento de aprovar alterações em sua legislação de forma a expandir em até 10 GW a geração termelétrica a carvão até 2024, substituindo 16% do seu mercado de gás. Soma-se a isso o processo de privatização de importantes segmentos do setor energético, o que enfraquece a incidência da política energética europeia e seus instrumentos de intervenção (Gabrielli, 2022).

Apesar de alguns recuos a curto prazo, para a União Europeia e, sobretudo, para a Alemanha, é vital que a transição energética seja pavimentada como uma opção viável, mesmo que a aposta seja a médio ou longo prazo. De forma a responder o receio global em relação ao custo elevado da transição energética, Ursula von der Leyen argumenta que “os custos da transição serão grandes, mas os custos da inação serão muito maiores” (DW, 2019). Assim, a Europa usou as crises desencadeadas pela pandemia e pela Guerra da Ucrânia para dar substância ao seu Pacto Verde e buscar manter sua resiliência enquanto potência no

Sistema Internacional frente a uma ordem mundial que cada mais se torna multipolar, e enquanto economia forte em um cenário de crises cada vez menos espaçadas no tempo. É a partir desse cenário que a Alemanha se vê coagida a dar novo e substancial fôlego à transição energética, entendendo a necessidade de novamente europeizar a sua *Energiewende*.

Com o avanço da guerra da Ucrânia, o desabastecimento de energia da Europa havia se tornado insustentável, tendo como ápice o corte de fornecimento de gás à Polônia e à Bulgária pela Gazprom em 27 de abril de 2022 (Tsolova; Koper, 2022). Em resposta a esse contexto, a Comissão Europeia publica, em menos de um mês, um pacote de políticas de caráter regulador para acelerar a transição da economia europeia para a produção de energias renováveis até 2030, denominado Plano REPowerEU (EC, 2022a). O plano é orientado por dois objetivos principais: i) pôr fim à dependência da Europa no gás russo até 2027, com um corte de 2/3 do consumo de gás russo até o fim de 2022; ii) garantir a sustentabilidade de longo prazo, a relação custo-benefício e o fornecimento de energia para o sistema energético do bloco por meio de uma transição controlada da dependência à economia russa (Conti; Kneebone, 2022). Para tal, o plano propõe meios de financiamento adicionais para alcançar seus objetivos com maior urgência, sendo a fonte principal os fundos remanescentes do Mecanismo de Recuperação e Resiliência (RRF)¹¹, com valor aproximado de € 225 bilhões (European Council, s/d).

O REPowerEU assume, então, a função de acelerar as metas da já bastante ambiciosa legislação europeia, estando à serviço de colocar o Objetivo 55, ou Fit-for-55 (EC, 2021a), em plena execução. O Objetivo 55, apresentado em julho de 2021, consiste no pacote legislativo que propõe as medidas práticas para o Plano da União Europeia para o Hidrogênio (EC, 2023), estando assim em consonância com o Pacto Verde Europeu. O Plano da União Europeia para o Hidrogênio estabelece metas ambiciosas, como aumentar a capacidade instalada de eletrolisadores em pelo menos 40 GW - frente aos 0,085 GW instalados em 2019¹² (EC, 2023) - e aumentar a produção anual de hidrogênio verde em 10 milhões de

¹¹ Componente mais importante do NextGenerationEU, instrumento financeiro criado para recuperar as economias da União Europeia frente à pandemia de Covid-19 (L'Hotellerie-Fallois, et al, 2024)

¹² Em agosto de 2022, a capacidade de eletrólise instalada na União Europeia foi de 0,0162 GW. O mesmo estudo projetou para 2025 o alcance de 1,371 GW de instalação em eletrolisadores no bloco (Bolard et al, 2023).

toneladas na União Europeia até 2030 - frente às 44 mil toneladas anuais de produção por eletrólise no bloco em 2023¹³ (Bolard et al, 2023).

Na função de revisar e atualizar a legislação do bloco para o clima, energia e transporte, a principal meta do Objetivo 55 é, no escopo da Lei Climática Europeia (EU, 2021), orientar propostas de curto prazo para o Pacto Verde Europeu, de forma que o bloco atinja a meta de reduzir as emissões dos gases do efeito estufa em ao menos 55% até 2030, em comparação a 1990 (EC, 2021a), em contraste com a redução em 21% atingida em 2022 (Eurostat, 2024a). O plano se divide em três blocos: i) transformação industrial e preço do carbono; ii) mobilidade mais “limpa” e combustíveis para transporte; iii) energia.

A principal contribuição que o pacote trás para a política externa europeia é o Mecanismo de Ajuste da Fronteira de Carbono (CBAM) (EC, 2021a), que tem como objetivo precificar as emissões de gás carbônico das importações, mediante a aplicação de uma tarifa aduaneira como forma de compensar as emissões. Este mecanismo é a extensão do EU ETS¹⁴ para fora das fronteiras da União Europeia, submetendo às suas trocas internacionais à compra de certificados de emissão para cada tonelada de gás carbônico emitido.

Com o CBAM, estabelece-se que as importações da União Europeia serão fundamentadas no sistema de mercado de carbono, iniciando sua primeira etapa em 2026 para as importações de setores considerados *hard-to-abate* - ou seja, difíceis de descarbonizar -, como ferro e aço, cimento, fertilizantes, alumínio, eletricidade e hidrogênio. A partir de sua implementação, as empresas importadoras deverão anualmente declarar para a União Europeia a quantidade de bens importados e sua respectiva emissão de gás carbônico. Seguido dessa declaração, o bloco entregará o valor correspondente, em euros, de certificados CBAM, a partir do preço médio semanal do mercado de carbono europeu (EC, 2025). Essa medida, ao aumentar os impostos entre 15% e 30% para os países que mais emitem carbono, como China, Rússia e Índia (Figures, et al, 2021), apresenta como tendência o endividamento de países periféricos e do fortalecimento da imposição do arcabouço legal europeu.

¹³ De acordo com o “Clean Hydrogen Monitor 2024”, a produção total de hidrogênio na Europa em 2023 foi de 10,8 megatoneladas (Mt) por ano, ou seja, mais de 10 milhões de toneladas. Desse total, a maioria foi produzido por combustíveis fósseis, sendo as 44 mil toneladas por ano de produção por eletrólise correspondente a 0,4% do total (Espitalier-Noël, et al, 2024).

¹⁴ O EU ETS também foi reformado e ampliado no Objetivo 55 (L’Hotellerie-Fallois et al, 2024).

O REPowerEU também visa a acelerar a implementação das medidas de aumento da cota de energias renováveis presentes no terceiro bloco do Objetivo 55, que renova a Diretiva de Energia Renovável. A partir desse dispositivo, as indústrias de geração de energia solar, eólica, hidrelétrica e biomassa devem ocupar pelo menos 42,5% do consumo total de energia da União Europeia até 2030, o que significa quase dobrar a porcentagem de 2020, que correspondeu a 22,1% (L’Hotellerie-Fallois et al, 2024). Além disso, o plano menciona a revisão do Mecanismo de Correção de Mercado (MCM) (European Council, 2023), instrumento que limita os preços no mercado de gás da União Europeia, expressando o direcionamento ao aumento do consumo de hidrogênio verde para gradualmente substituir o gás.

A implementação do REPowerEU marca, portanto, o ano de 2022 para a União Europeia pela urgência, intensidade e amplitude sem precedentes na elaboração de políticas energéticas e climáticas. Essa guinada da política externa para se libertar¹⁵ do gás russo e se recuperar da crise energética alavanca a União Europeia na sua posição na vanguarda do “alto comando verde” da economia (Yergin, 2012), assumindo o Pacto Verde Europeu um papel de alternativa neodesenvolvimentista à Europa em meio à atual conjuntura de crise sistêmica do capital. Assim, o principal ponto de inflexão dessa crise da energia na Europa é, de acordo com Goldthau e Youngs (2023), o fato de as energias renováveis passarem a ser o cerne da política de segurança europeia.

A celeridade, firmeza e imperatividade do novo plano de reestruturação da posição da Europa no xadrez mundial da produção de energia pode ser entendido como uma reação às mudanças na balança de poder mundial na geopolítica do petróleo e a então insustentável dependência do fornecimento de energia de determinados países. Dessa forma, a resposta política do bloco foi fortalecer a sua resiliência por meio da descarbonização do sistema de energia, estabelecendo a economia verde como central para a reconstrução tanto de suas estruturas produtiva e financeira, quanto da própria identidade da União Europeia (Goldthau; Youngs, 2023).

¹⁵ Referência à fala de Christian Lindner, ministro das Finanças da Alemanha, em que afirma que “a energia renovável nos liberta da dependência” (Widmar, 2022).

3. O SISTEMA HIDROGÊNIO VERDE-EÓLICAS OFFSHORE: DO BERÇO EUROPEU À COSTA BRASILEIRA

3.1 A aposta alemã para emplacar a *Energiewende*: a construção do sistema hidrogênio verde-eólicas offshore

A partir do arcabouço normativo da União Europeia para a descarbonização de sua economia, levantam-se uma série de elementos necessários para o cumprimento de suas ambiciosas metas. Uma das questões centrais foi a necessidade de criar demanda para a grande quantidade de energia gerada pelas fontes renováveis subjacente aos seus objetivos, o que, devido ao seu baixo nível de flexibilidade, tem gerado complicações no seu emprego nos modelos industriais e infraestruturais das economias industrializadas hoje (Migliavacca et al, 2024). Esse baixo nível de flexibilidade atribuído às energias eólicas, solares e outras renováveis nada mais são que os ciclos naturais, estes que se apresentam como um desafio ao planejamento econômico destas economias dada sua inerente imprevisibilidade: o ritmo dos ventos e o grau de incidência solar não obedecem aos padrões de regularidade que a produção de energia fóssil propicia.

A dificuldade em combinar a oferta e a demanda na indústria de renováveis podem gerar dois cenários: i) em caso de superprodução, implementa-se o *curtailment*, que é o corte na geração de energia, já que não possa ser imediatamente utilizada; ii) em caso de subprodução, ocorrem apagões e interrupções nas redes de eletricidade, uma vez que não tenha sido gerada quantidade suficiente de energia para suprir as necessidades de determinada economia e sociedade. Essa imprevisibilidade da oferta de energia apresenta a tendência de agravar-se ainda mais, tendo em vista os efeitos do colapso ambiental e as alterações nos ciclos naturais que as mudanças climáticas vêm ocasionando. Desta forma, uma das necessidades da transição energética corporativa é dispor de um vetor energético que permita o armazenamento de energia, possibilitando aos controladores das redes elétricas criar estoques de eletricidade e gerirem sua distribuição, desvinculando a temporalidade direta da produção e do consumo.

Outro elemento central no desenvolvimento tecnológico da transição energética é a eletrificação e suas limitações. A eletrificação é, sem dúvida, a primeira palavra quando se trata da descarbonização da indústria hoje, cujas tecnologias estão maduras e economicamente viáveis. No entanto, há setores que são bem mais difíceis de serem

adaptados a processos produtivos com baixa emissão de gases do efeito estufa, devido às suas particularidades físicas, tecnológicas ou comerciais. A Irena aponta que dentre esses setores, também conhecidos como “*hard-to-abate*”, da forma como operam hoje em dia, nenhum atingiria as metas de neutralidade de emissões estabelecidas até 2050, mesmo considerando o atual estágio de desenvolvimento da indústria “verde” (2024b). São alguns dos principais setores *hard-to-abate*: ferro e aço, química, cimento, fertilizantes, alumínio, e, sobretudo, o setor de transportes (rodoviário de longa-distância, marítimo e aviação).

Dentre eles, o principal gargalo do plano de descarbonização da matriz energética europeia é o setor de transportes – justamente o único setor o qual não é possível exportar as emissões. Em contraste com todos os outros setores, que contam com um movimento de redução na emissão de gases do efeito estufa, o setor de transportes foi o único que marcou um aumento das emissões no período entre 1990 e 2018, alcançando o incremento de 23% (EC, s/d); Hafner; Raimondi, 2020). Tendo em vista que o avanço do modo de produção capitalista depende da ampliação das cadeias globais produtiva e de valor, sem dúvida o setor de transportes tem como principal desafio a sua exponencial expansão, sendo estimado um aumento de 60% das emissões de gases do efeito estufa até 2050 se não houver qualquer mudança na sua matriz energética (Banco Mundial, 2024). Na União Europeia, a tendência segue os padrões mundiais. O transporte representa $\frac{1}{4}$ das emissões totais de gases do efeito estufa e é a maior causa da poluição atmosférica das cidades do bloco. Como resultado, o setor de transportes é um dos maiores desafios no Pacto Verde Europeu, tendo sido postulado o objetivo de reduzir em 90% as emissões em transportes até 2050 (EC, 2021a).

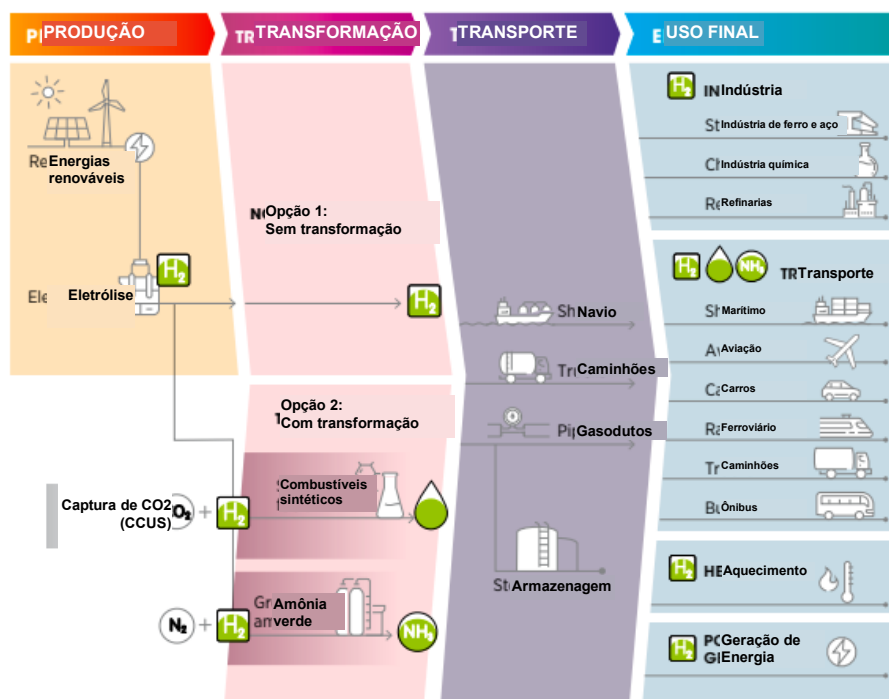
A partir desse breve cenário dos gargalos da descarbonização nos países industrializados, é notável o contraste em relação às metas climáticas dos acordos globais e da União Europeia, apresentadas na seção 1.2. Consolidou-se como principal resposta à transição energética a eletrificação, uma vez que seja hoje a alternativa mais eficiente, com maior potencial de redução de demanda energética e já conta com significativo grau de maturidade tecnológica. No entanto, frente às verdadeiramente homéricas cifras de descarbonização necessárias para impedir que o planeta se torne inabitável, o emprego da eletrificação se encontra aquém do necessário: em 2022, o consumo total de energia elétrica mundial foi de 20%, sendo previsto um aumento para 27%, em 2030, e 51% em 2050 (Irena, 2023).

Desta forma, há quase metade da parcela de consumo de energia mundial que hoje não encontra amparo na principal alternativa à descarbonização que é a eletricidade. Assim, surge a necessidade de desenvolver métodos alternativos que sejam complementares à eletrificação. Em busca de soluções, a Alemanha encontra amparo na sua tradicional indústria química para propor uma aposta central na corrida da descarbonização: o hidrogênio. Tendo em vista que o hidrogênio é raro em estado natural, o método mais comum de produção desse gás é a reforma a vapor do gás natural, que representa 95,6% da produção do bloco (EHO, 2023).

O processo de eletrólise consiste na quebra da molécula de água em hidrogênio e oxigênio, por meio da aplicação de corrente elétrica na água. Por meio da eletrolisação da água, o oxigênio é liberado no ar ou capturado para outros fins, e o hidrogênio pode ser armazenado e utilizado em setores produtivos. Esse processo é também conhecido como eletrificação indireta, uma vez que a eletricidade não seja o produto final, mas sim o meio para produzir combustíveis sustentáveis. Assim, processos nos quais a eletricidade direta não poderia ser empregada por si só poderão ter uma alternativa de descarbonização, uma vez que o hidrogênio verde, enquanto vetor energético, transforme eletricidade em combustível.

Assim, a produção de hidrogênio por eletrólise garante seu lugar como “alternativa verde” desde que essa divisão seja feita usando eletricidade oriunda de fontes renováveis, ganhando assim o nome de hidrogênio verde. Por emitir apenas vapor d’água, é apresentado como a principal saída tanto para os grandes fabricantes de automóveis não sucumbirem à nova conjuntura do setor de transportes, quanto para a indústria nacional garantir sua viabilidade no cenário descarbonizado. É importante ressaltar que a categorização deste hidrogênio como renovável, limpo ou verde ocorre porque seu processo produtivo só é considerado a partir da geração de energia, estando de fora desse cálculo o processo produtivo que originou a própria fonte de energia. Isso fica evidente na Figura 1, no qual retrata-se a primeira etapa do processo as energias renováveis já montadas, sem serem consideradas as etapas anteriores que viabilizem a geração de energia por meio de turbinas eólicas ou painéis solares.

Figura 1 - Produção, conversão e usos finais do hidrogênio verde



Fonte: adaptado e traduzido de Irena (2020)

O hidrogênio verde torna-se uma das principais soluções frente às demandas da legislação climática e energética europeia, considerando a sua grande flexibilidade e adaptabilidade nos processos industriais tais quais já estabelecidos. Dentre as tecnologias relacionadas à cadeia de valor do hidrogênio (IEA; EPO, 2023), o principal elemento que o posiciona de tal forma é o fato de apresentar-se como uma demanda direta e garantida para as energias renováveis, uma vez que sua produção não é restrita a uma fonte de energia renovável e que seja compatível à imprevisibilidade que oferecem. Ainda, a produção de hidrogênio por meio da eletrólise tem como grande trunfo a possibilidade de viabilizar o armazenamento de energia. O hidrogênio possui uma densidade energética bastante elevada em termos de energia por unidade de massa, de forma que, mesmo em pequenas quantidades, ele pode armazenar uma significativa quantidade de energia. Se compararmos um quilo de hidrogênio e um quilo de combustíveis fósseis, o hidrogênio pode armazenar 2,75 vezes mais energia, devido a sua elevada densidade energética (142 MJ kg^{-1}) em comparação aos fósseis (50 MJ kg^{-1}) (Ramakrishnan et al, 2024).

No entanto, apesar de apresentar alta densidade por massa, o hidrogênio tem uma das menores densidades energéticas em relação ao volume, o que faz com que a sua forma gasosa

apresente altos custos para o transporte em longas distâncias. Isso implica que, para ser armazenado de forma viável para a produção em grande escala, é preferível tratar o hidrogênio em sua forma líquida, sendo a amônia uma das opções indicadas para armazená-lo (Abdin et al, 2020). Assim, para colocá-lo em forma líquida, é necessário que o hidrogênio esteja a uma temperatura de -259°C , ou apenas 14°C acima do zero absoluto (Ramakrishnan et al, 2024), o que evidentemente requer uma grande quantidade de energia para mantê-lo neste estado. A sua alta capacidade de armazenamento de energia permite que, quando toda a infraestrutura necessária estiver preparada, a oferta e a demanda de eletricidade sejam gerenciadas pelo controlador, evitando tanto o *curtailment*, no caso de superprodução, quanto apagões e interrupções na rede elétrica, no caso de subprodução. O hidrogênio verde guarda a promessa, portanto, de servir como um estabilizador da futura rede de eletricidade renovável em escala (Dafoss, 2023).

Além de suas propriedades, o hidrogênio por eletrólise poderia ser aplicado nas indústrias *hard-to-abate*, tão centrais para atingir as metas das políticas climáticas e energéticas mundiais e europeias. Assim, o hidrogênio verde poderia abranger as indústrias: i) química, sobretudo na produção de amônia e metanol, mas também em outros processos químicos de menor escala; ii) ferro e aço, no processo de redução direta do ferro (DRI), responsável por 7% da produção de aço primário; iii) processos de alta-temperatura, nos quais apenas emite apenas vapor d'água; iv) refino de combustíveis, centralmente aqueles que mais emitem gás carbônico, como o petróleo, e em menor volume areias betuminosas e biocombustíveis. Já no setor de transportes, o hidrogênio verde poderia ser convertido em combustíveis sintéticos - denominados “*Power-to-Gas*” (PtG), para aqueles em estado gasoso, e “*Power-to-Liquid*” (PtL), para aqueles em estado líquido - como metano, metanol e amônia, que possuem a vantagem de poderem ser utilizados na infraestrutura já existente, sobretudo se liquefeitos, possibilitando seu uso em praticamente todos setores de transporte de forma complementar à eletrificação (IEA, 2019).

Além de descarbonizar a indústria já existente, o hidrogênio verde também é visado por possibilitar a criação de novas rotas industriais que se retroalimentam, com a promessa de ter de aumentar a escala dessas tecnologias em três a quatro ordens de magnitude (Irena, 2024). Assim, justamente por sua complexidade, ele propicia a complexificação da indústria tecnológica e manufatureira, bem como promove a ampliação de suas rotas comerciais,

intensificando o modo de produção vigente. Um exemplo é a necessidade de se desenvolver uma indústria de componentes para sua produção, incluindo compressores, membranas, trocadores de calor, placas bipolares e soluções de unidades de controle.

Postos estes elementos, fica nítido que o desenvolvimento da economia do hidrogênio, sobretudo do hidrogênio verde - também conhecida como *Power-to-X* -, é posicionado como um dos requisitos necessários para a Europa atingir as metas de descarbonização até 2050, ou mesmo as metas intermediárias. Contudo, para que a indústria de hidrogênio verde, que hoje representa menos de 0,1% do total da produção mundial de hidrogênio (IEA, 2019), possa ser desenvolvida sob a lógica capitalista, o seu início está submetido a um robusto arcabouço regulatório a partir dos Estados que se propõem a inseri-lo em seu planejamento industrial.

Desta forma, a Alemanha anuncia sua primeira versão da Estratégia Nacional de Hidrogênio (NHS) em 10 de junho de 2020 (BMWK, 2020), prevendo um investimento de € 9 bilhões para atingir seus planos de ação. Os principais objetivos do plano alemão centram-se, por um lado, no desenvolvimento da indústria e da tecnologia alemãs para liderar o setor de hidrogênio verde, buscando garantir a sua oferta para a indústria alemã, e por outro, na expansão de mercado pela viabilização de cadeias de produção domésticas e internacionais. Assim, a NHS se propõe a cumprir dois objetivos principais do Governo Federal alemão: a segurança energética e a descarbonização (Bukowski, 2024).

Ao contrário dos outros planos nacionais que já haviam sido anteriormente publicados em outros países, como Japão, França, Coreia do Sul, Austrália, Países Baixos e Noruega, o plano alemão inicialmente formulou sua política direcionado prioritariamente ao hidrogênio verde, deixando explícito que “o Governo Federal considera que apenas o hidrogênio produzido a partir de energia renovável (hidrogênio verde) é sustentável a longo prazo” (BMWK, 2020, p. 4 - tradução nossa).

Com base nisso, estabeleceram-se códigos atribuindo cores à cada rota tecnológica de produção de hidrogênio. A NHS incluiu no documento um glossário definindo alguns deles (cinza, azul, verde e turquesa), mencionando outras cores também em sua versão revisada (laranja). Partindo desse parâmetro, esse código foi sendo ampliado na literatura especializada, buscando abranger o máximo de rotas tecnológicas possíveis, havendo variações entre si, as quais buscamos sintetizar no Quadro 1.

Quadro 1 - Códigos de cores do hidrogênio, conforme Estratégia Nacional de Hidrogênio da Alemanha e variações na literatura especializada

Cor do hidrogênio	Fonte de energia	Processo	Emissão de CO2
Hidrogênio verde	Energias renováveis (solar, eólica etc)	Eletrólise da água	Não emite
Hidrogênio cinza	Combustíveis fósseis	Reforma à vapor	Emite
Hidrogênio azul	Combustíveis fósseis	Reforma à vapor com captura de carbono (CCUS)	Emite e captura (requer subsolos para armazenar)
Hidrogênio turquesa	Metano	Pirólise	Não emite (produz carbono sólido)
Hidrogênio laranja ¹⁶ (waste-to-hydrogen)	Resíduos sólidos	Pirólise, catálise por micro-ondas e fotorreforma (em desenvolvimento)	Emite
Hidrogênio preto	Hulha ou carvão betuminoso (carvão preto)	Gasificação	Emite
Hidrogênio marrom	Lignito (carvão marrom), formado a partir da turfa	Gasificação	Emite
Hidrogênio verde musgo	Biomassa e biocombustíveis	Pirólise, gaseificação ou biodigestão anaeróbica.	Emite
Hidrogênio rosa	Energia nuclear	Eletrólise da água	Não emite
Hidrogênio vermelho	Energia nuclear	Termólise catalítica da água	Não emite
Hidrogênio branco	Natural	--	--

Fonte: Elaborado a partir de informações de BMWK (2020; 2023), Castro et al (2023), Migliavacca et al (2024) e De Blasio (2024).

Essa priorização ao hidrogênio verde, no entanto, nunca foi consenso dentro do governo federal alemão, existindo diversas disputas internas em torno da neutralidade quanto

¹⁶ Outra forma de produção de hidrogênio a qual também foi atribuída a nomenclatura "laranja" é a partir da reação de oxidação-redução entre o ferro contido em seus minerais e água (Osselin et al, 2021). Optamos por manter a nomenclatura utilizada pelo BMWK (2023), pelo escopo do trabalho.

à rota tecnológica, sobretudo entre o então Ministério da Economia e Energia¹⁷ e o Ministério do Meio Ambiente (Umbach; Pfeiffer, 2020). Como resultado dessas disputas, o Governo Federal alemão publica, três anos depois, uma versão revisada de seu plano nacional para o hidrogênio (BMWK, 2023), cujo principal elemento a ser flexibilizado foi justamente a sua rota tecnológica. Apesar de manter a exclusividade da oferta ao hidrogênio verde, o governo alemão amplia a sua previsão de demanda nacional para o hidrogênio produzido por outras rotas além das energias renováveis, inclusive envolvendo combustíveis fósseis¹⁸. As flexibilizações legislativas que são inauguradas na versão revisada do plano demonstram a dificuldade do *Energiewende* em equilibrar os pilares da segurança energética e da descarbonização, sendo as disputas acerca das flexibilizações reflexos da fricção entre estes dois objetivos.

Para a formulação das metas, a Alemanha apostou em sua tradição industrial de larga escala, lançando mão de metas consideravelmente ambiciosas. Na primeira publicação, foi estabelecida a expectativa de, até 2030, haver uma demanda de 90 a 110 TWh de hidrogênio, aumentando para a faixa de 360 a 500 TWh em 2045, e uma capacidade de produção doméstica de eletrolisadores de 5 GW, dobrando para 10 GW em 2040. Em sua versão revisada, três anos depois, em um contexto pós Guerra da Ucrânia e REPowerEU, a meta havia sido dobrada, sendo previsto o total de 10 GW de oferta doméstica já em 2030. Esse descompasso entre capacidade produtiva e demanda doméstica coloca o desenvolvimento de rotas de importação de hidrogênio verde como um elemento central na sua estratégia, se fazendo necessário importar de 50 a 70% da demanda total (BMWK, 2020).

A ênfase no mercado internacional é, portanto, o elemento que diferencia a NHS dos outros planos nacionais publicados até então, que focavam sua estratégia a âmbito regional ou doméstico. Isso se torna evidente frente à grande quantidade de instrumentos políticos voltados para iniciativas internacionais, representando mais de 1/3 das iniciativas totais do plano¹⁹, prevendo um investimento de € 2 bilhões (BMWK, 2023). As metas apresentadas no plano alemão e em sua versão atualizada reforçam os elementos já desenvolvidos nas seções anteriores, como o fato da economia alemã ser fortemente baseada na exportação e

¹⁷ Em 2021, seu nome foi atualizado para “Ministério Federal da Economia e Ação Climática”.

¹⁸ Na versão revisada de sua NHS, a Alemanha menciona a viabilidade de utilizar, nessa fase inicial do desenvolvimento tecnológico e comercial, o hidrogênio produzido pelo gás natural com CCUS (hidrogênio azul), pela pirólise do metano (hidrogênio turquesa) e por resíduos orgânicos (hidrogênio laranja).

¹⁹ As principais iniciativas do plano são as internacionais (58) e as de P&D (59) (BMWK, 2023).

no comércio internacional, a sua capacidade de influência política na União Europeia, e seus objetivos geopolíticos no desenvolvimento desta indústria, explicitado no próprio plano.

Conforme determinado na NHS, a Alemanha aprovou, em meados de 2024, a sua Estratégia de Importação de Hidrogênio e Derivados (ISHHD) (BMWK, 2024). Seu principal objetivo foi de sinalizar sua estratégia ao mercado internacional para reafirmar seu papel de liderança, na medida em que, ao avança na consolidação de um mercado sólido do vetor energético, visa a influenciar o cenário energético global e direcioná-lo para o hidrogênio verde. O país busca fazer essa demonstração por meio da sua proposta de criação de uma vasta rede que conectará cadeias de produção, consumo, armazenamento e importação de hidrogênio na Europa, com extensão total de mais de 9 mil km.

Apesar de não ter sido a primeira estratégia nacional de hidrogênio do mundo, o plano alemão, por sua necessidade intrínseca de extrapolar suas fronteiras nacionais e pelo histórico do país de exercer influência dentro dos órgãos da União Europeia, reflete em grande medida o plano europeu para o hidrogênio. Desta forma, um mês após o lançamento da primeira versão do plano alemão, a Comissão Europeia publica o documento “Uma estratégia de hidrogênio para uma Europa climaticamente neutra” (EC, 2020), integrando-o ao arcabouço normativo do Pacto Verde Europeu.

O plano europeu para o hidrogênio reforça o teor ambicioso da política de descarbonização da região ao trazer ainda mais rigor para suas metas, passando a estimar uma redução de emissões do bloco em 50 a 55% até 2030, representando um aumento de 10 a 15% em relação à meta anterior. Com este documento, o papel do hidrogênio se consolida no âmbito do Pacto Verde Europeu, estabelecendo uma estratégia em etapas, com o objetivo de aumentar a participação do hidrogênio de menos de 2% em 2020 para 14% até 2050. O plano do bloco também ambiciona que o hidrogênio deve representar ao menos 5,7% dos combustíveis até 2030, ano em que 50% da indústria deve adotar o hidrogênio verde, subindo para 70% em 2035 (EC, 2020).

A Estratégia da União Europeia para o Hidrogênio segue, portanto, os dois principais elementos do plano alemão: i) a priorização da rota tecnológica do hidrogênio verde – embora sem restrição para outras rotas²⁰ -, prevendo um investimento de até € 470 bilhões

²⁰ Embora utilize a classificação por cores, o documento define que a produção de hidrogênio e derivados pode ser considerada sustentável mesmo que a energia utilizada não seja oriunda de fontes renováveis, a menos que

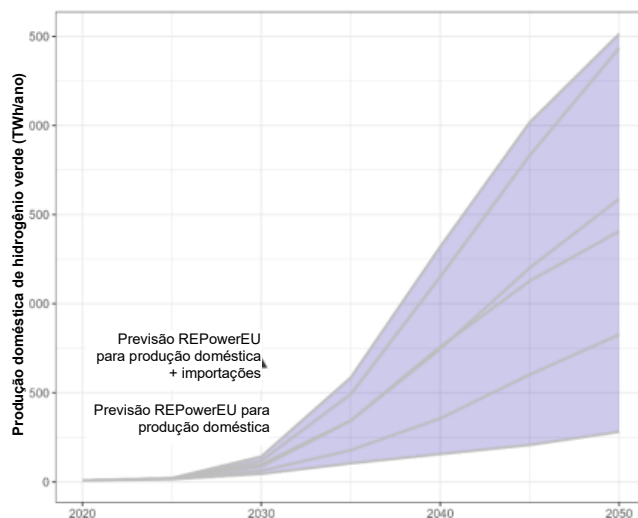
até 2050 para aumentar a capacidade de produção interna do bloco, e ii) a ênfase no comércio internacional como forma de atingir as metas de descarbonização, a partir do objetivo de alterar a correlação de forças da geopolítica e colocar-se como um *player* mais ativo e menos dependente de outras potências no cenário energético internacional.

As metas estabelecidas pela Estratégia de Hidrogênio da União Europeia de 2020 não foram grandiosas o suficiente para o cenário geopolítico e energético da Guerra da Ucrânia, só alcançando a efetividade necessária com o REPowerEU. Este reconhece o hidrogênio verde como um combustível importante para reduzir a dependência do gás russo, estabelecendo metas ainda maiores: até 2030, a União Europeia produzirá internamente 10 milhões de toneladas (Mt) e importará outras 10 Mt, totalizando 20 Mt de consumo geral. Esse número praticamente dobra a meta de hidrogênio renovável delineada na Estratégia de Hidrogênio da UE, representando uma quantidade de eletricidade maior do que o consumo total de energia elétrica da França e da Alemanha combinados em 2022 (Gerasimcikova; Sial, 2024).

Desta forma, o REPowerEU impacta tanto a oferta quanto a demanda de hidrogênio renovável, estabelecendo metas que serão implementadas a nível dos Estados-Membros. O estudo de Schreyer et al (2024a; 2024b) aponta que o nível de produção de hidrogênio verde em 2030, em particular, está claramente abaixo da meta de produção do RePowerEU em nossos cenários, conforme apresenta o Gráfico 6. Dado o estado atual e as tendências de curto prazo dos projetos de eletrólise na Europa, Schreyer et al (2024a) concluem que as metas do RePowerEU para hidrogênio verde estão se tornando inalcançáveis.

o produto atinja uma redução de 70% (28,2 CO₂e/MJ) nas emissões dos gases de efeito estufa ao longo de seu ciclo de vida, em comparação com o valor de referência para combustíveis fósseis (94g CO₂e/MJ) (EC, 2020).

Gráfico 6 - Projeção de produção de hidrogênio verde por eletrólise, conforme REPowerEU



Fonte: adaptado e traduzido de Schreyer et al (2024a)

Ao analisar os possíveis cenários que podem decorrer a partir da política climática e energética da União Europeia, Schreyer et al (2024a) indicam que entre 73% e 78% da energia final em 2050 pode ser fornecida pela eletrificação direta ou pela eletrificação indireta (hidrogênio e combustíveis sintéticos). A eletrificação direta assume um papel de protagonismo, sendo responsável por 42 a 60% da energia final, enquanto a energia baseada no hidrogênio, ao estar voltada sobretudo aos setores *hard-to-abate*, corresponderia por 9 a 26% da energia final. Desta forma, o estudo avalia que as eletrificações direta e indireta são postas de forma complementar, competindo apenas por segmentos que ainda não contem com um projeto específico de descarbonização, como transporte rodoviário de carga (caminhões) e partes do calor de processo industrial, representando 15% da energia final. Essa parcela da atividade produtiva a qual não há consenso quanto à fonte de energia empregada em um cenário de emissões zeradas dependerão de apoio político, desenvolvimento tecnológico e da disponibilidade de infraestrutura (Schreyer et al, 2024a).

Posto isso, uma das principais preocupações da União Europeia é de promover uma rápida expansão da oferta de hidrogênio verde sem desviar uma quantidade substancial de energia renovável da eletrificação direta, esta que é a opção prioritária nos planos de descarbonização (Lambert et al 2024; Danfoss, 2024; Schreyer et al, 2024a). Um dos argumentos é de que, se não houver uma regulação específica para impedir essa

concorrência, a produção hidrogênio verde, por demandar alta quantidade de energia renovável, poderia demandar uma tal quantidade de eletricidade que poderia comprometer a rede, correndo o risco de fazer-se necessário compensar com fontes fósseis. Desta forma, a União Europeia entende como necessária a definição de como será a produção de energia renovável para as demandas específicas de cada tipo de eletricidade, objetivo que mobiliza a atualização da Diretiva de Energias Renováveis (EU, 2009).

Nesse sentido, para evitar a competição entre a eletrificação direta e o hidrogênio verde na geração de energia por fontes renováveis, a União Europeia estabeleceu, no primeiro Ato Delegado no escopo da Diretiva de Energias Renováveis (EU, 2023), regras para que os combustíveis produzidos à base de hidrogênio sejam obtidos por infraestruturas adicionais de eletricidade renovável. A formulação do chamado “critério de adicionalidade” determina, portanto, que a eletricidade para a produção de hidrogênio verde deve vir de novos projetos de energia renovável, que não seriam construídos se não houvesse a demanda gerada pela produção dos combustíveis à base de hidrogênio, assim condicionando a expansão de energias renováveis. Contudo, tal nível de interferência do Estado no mercado não se sustentou por muito tempo. O critério de adicionalidade foi alvo de críticas desde o início de sua formulação, uma vez que limita as leis de mercado e interfere na determinação do preço do hidrogênio verde. Um dos elementos que gera oposição a este critério é a falta de competitividade frente aos Estados Unidos, cujo Inflation Reduction Act (IRA), legislação que, dentre outras disposições, promove benefícios fiscais para a indústria de renováveis, apresente menor rigidez a investidores. Essa falta de atratividade ao empresariado do setor levantou preocupações ao lobby europeu do hidrogênio, principalmente à Hydrogen Europe, quanto a um possível êxodo em massa de empresas para o mercado estadunidense.

Diante da pressão política estabelecida pelos lobistas, o ministro alemão da economia, Robert Habeck, solicita a flexibilização das regras de adicionalidade em setembro de 2022, alegando que o preço do hidrogênio aumentaria cerca de € 2,40/kg com essa regra (Hall, 2024). Essa alteração estabelece uma fase de transição à implementação da adicionalidade, sendo estipulada a data-limite de 1º de janeiro de 2028 (Chiappini, 2022). A flexibilização do critério de adicionalidade é apenas um dos exemplos de mediações que a União Europeia se vê impelida a fazer para dar mais viabilidade à economia global de

hidrogênio, buscando alinhar seus interesses geopolíticos e econômicos ao mercado internacional de energia.

No entanto, o hidrogênio verde não foi visto com o mesmo entusiasmo a nível internacional, tendo sido elaborados robustos contrapontos ao alto grau de expectativa frente ao avanço dessa tecnologia, sobretudo em tão curto prazo. Um problema recorrentemente levantado por pesquisadores e organizações da área é referente à grande quantidade de energia que é necessária para produzir o hidrogênio renovável, sobretudo no resfriamento necessário para o transporte. De acordo com Irena (2020), de 30% a 35% da energia usada para produzir hidrogênio por eletrólise é perdida, adicionalmente aos 13% a 25% perdidos no processo de conversão de hidrogênio em outros carreadores, como a amônia. Somando todo o processo produtivo do hidrogênio (conversão de eletricidade em hidrogênio, transporte, armazenamento e reconversão em eletricidade), calcula-se uma perda de energia de 70% (BNDES, 2022).

Além da grande quantidade de energia, a produção de hidrogênio verde também requer um ostensivo consumo de água. Apenas para a etapa de eletrólise da água, Simões et al (2021) estimam o uso de 10 a 22 litros de água para cada quilo de hidrogênio²¹, variando de acordo com o tipo de eletrolisador utilizado. O fato de muitas vezes serem apresentados dados de consumo de água apenas no ato de transformação do material em eletricidade distorce o real impacto hidrológico de cada rota tecnológica, fazendo com que se encontre estudos que inclusive afirmem que o hidrogênio verde reduziria o consumo de água (Beswick et al, 2021; Dafoss, 2023).

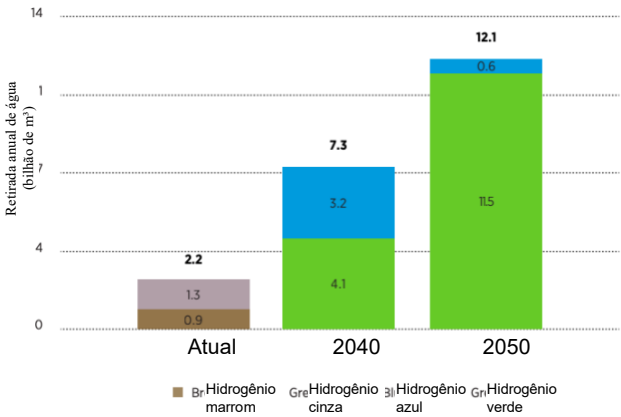
Se a análise contemplar o resfriamento necessário na produção de hidrogênio, os posicionamentos se alteram: a participação da retirada de água para este fim alcança o índice de 56% para a produção de hidrogênio verde, sendo superior ao hidrogênio marrom (52%) e ao hidrogênio cinza (14%)²² (Irena, 2023). Se for levado em conta a expansão da demanda global de energia, o uso de água se torna ainda maior: de acordo com o Irena (2023), as retiradas de água doce para a produção global de hidrogênio podem mais que triplicar até 2040 (7,3 bilhões de m³), e aumentar em seis vezes até 2050 (12,1 bilhões de m³), em

²¹ O valor mais disseminado para o consumo de água para a produção de hidrogênio verde é o total de 9 litros para cada quilo, uma vez que se use como base o cálculo estequiométrico (Deloitte, 2023; IEA, 2024).

²² O hidrogênio azul é o que mais requer a retirada de água para resfriamento, podendo representar até 92% do total (Irena, 2023).

comparação com os níveis atuais, conforme Gráfico 7. O método mais preciso de quantificação de uso de água requereria levar em conta todo processo produtivo do hidrogênio verde, sendo o cálculo mais acurado aquele que aborda desde a mineração necessária para a produção de turbinas eólicas e painéis solares, já que se tratam das fontes de energia imprescindíveis para a sua produção (Leão; Aguiar, 2024; Rockmann, 2024a).

Gráfico 7 - Retirada atual e projetada de água doce para a produção global de hidrogênio, por rota tecnológica



Fonte: traduzido de Irena (2023)

O fato do hidrogênio verde ser intensivo em água é um fator de risco para os países que abrigarão esta indústria, tendo em vista que cerca de 40% dos projetos de produção de hidrogênio verde estão localizados em regiões com dificuldade no acesso à água (IEA, 2019; Irena, 2023). Para aqueles que vivem na região, a implementação de um projeto de hidrogênio verde pode reduzir o acesso de água à população local, potencialmente produzindo impactos econômicos, culturais e sociais que podem desencadear no aumento de conflitos por água.

Outro elemento importante é o fato do seu transporte apresentar sérios riscos que podem levá-lo a ser consideravelmente perigoso. Apesar do hidrogênio em si não ser tóxico, seu vazamento na atmosfera e a sua interação com os gases que a compõem pode acelerar os efeitos das mudanças climáticas, sobretudo por potencialmente aumentar a vida atmosférica do metano (Bukowski, 2024; Schreyer et al, 2024a). Por não haver estudos suficientes sobre o tema, previsões de taxas de vazamentos e de emissões de gases do efeito estufa estão submetidas a altos níveis de incerteza. No entanto, estudos já apontam

estimativas de 1% a 4% de chance de vazamentos para transporte de hidrogênio comprimido, e de 10% a 20% de chance de vazamentos para transporte de hidrogênio liquefeito (Arrigoni; Bravo Diaz, 2022).

Um outro elemento que levanta credibilidade em relação ao hidrogênio verde é a falta de infraestrutura necessária para a implementação das ambiciosas metas europeias e alemãs. Ao serem altamente dependentes de importações, resulta na demanda de uma vasta quantidade de projetos de infraestrutura ao redor do mundo, envolvendo a demanda de construção de indústrias inteiras para toda cadeia de valor do hidrogênio, esta que consiste na produção, transporte, armazenamento e distribuição (Pettinato et al, 2022). Até o momento, o hidrogênio tem sido produzido próximo ao local de uso, com pequena infraestrutura de transporte: existem apenas cerca de 5 mil km de gasodutos de transmissão de hidrogênio em todo o mundo, em comparação com mais de 3 milhões de km para o gás natural.

Além disso, há apenas 470 postos de abastecimento de hidrogênio ao redor do mundo, enquanto nos Estados Unidos e na União Europeia existem mais de 200 mil postos de abastecimento de gasolina e diesel (Irena, 2020). É apontada a possibilidade do hidrogênio fazer uso da infraestrutura do gás natural para sua implementação; no entanto, dados os seus volumes, seria necessário expandi-la de toda forma, além de que nem todas as regiões do mundo o qual pretende-se realizar projetos de hidrogênio verde possuem essa infraestrutura. Além disso, estudos apontam que o hidrogênio causa uma fragilização das tubulações já existentes que pode levar a graves acidentes, sendo necessário apenas 1% de gás hidrogênio misturado com gás natural para fragilizar esses gasodutos (Tunes et al, 2024).

Um dos maiores desafios referentes à infraestrutura, tendo em vista a necessidade de produção em larga escala, é justamente o desenvolvimento combinado de todas essas etapas da cadeia de valor, de modo que sejam erguidas na mesma velocidade, sob risco de criar infraestrutura ociosa. Esse desafio é coloquialmente traduzido como “o dilema do ovo ou a galinha”, no qual se questiona qual etapa do projeto de avanço da indústria do hidrogênio verde deve vir primeiro: se a infraestrutura deve ser criada anteriormente à consolidação dos projetos de hidrogênio, ou se a construção da cadeia de valor depende da confirmação de prosseguimento desses projetos (Chiappini, 2024a). Um dos gargalos mais comuns em relação à infraestrutura é o fomento à construção de projetos de produção de hidrogênio

verde, sobretudo por meio de leilões, que não possuem linhas de transmissão que liguem esta oferta à demanda de consumo de eletricidade, podendo gerar descompassos na rede elétrica (Raposo, 2024).

Assim, a razão pela qual o hidrogênio verde é visto com mais ceticismo é por conta de seus desafios e incertezas em termos de viabilidade econômica, sobretudo por se tratar de uma indústria nascente e impulsionada menos por fatores mercadológicos e mais por fatores geopolíticos e ideológicos. Existe uma série de cálculos do preço do quilo de hidrogênio verde na literatura, eis alguns deles: US\$ 2,5 a 6 (IEA, 2019); US\$ 4 a 6 (Irena, 2021); € 3 a 8 (PwC, 2021); US\$ 4 a 9 (IEA, 2022); US\$ 4,5 a 12 (BloombergNEF, 2023); US\$ 3 a 6 (Bukowski, 2024). Essa oscilação se dá por existirem muitas variáveis na formação do preço, como localização geográfica, desenvolvimento tecnológico e movimentos de mercado. Apesar das variações acerca do valor, é consenso que se trata de um processo mais caro que as outras formas de produção de energia, em geral, e de produção de hidrogênio, em específico, chegando a custar até 3 vezes mais que o hidrogênio cinza (Irena, 2021), este que hoje custa cerca de US\$ 1/kg (IEA, 2019).

Contudo, o preço do hidrogênio verde geralmente não é apresentado apenas pela média de valor praticado atualmente; é bastante comum que seja apresentado, junto do valor atual, projeções de preços a médio e longo prazo, chegando a ser propagadas previsões de preços até 2050. Há perspectivas de redução de preços que variam de € 4,4/kg em 2030 (Frieden; Leker, 2024) até menos de US\$ 2/kg mesmo antes de 2030 (Irena, 2021), sendo estimada uma redução de 18% nos custos (BloombergNEF, 2023).

Vale notar que, ao mesmo tempo que a predominância da economia chinesa é utilizada como um fortalecimento do projeto político europeu, uma vez que a redução global dos preços de eletrolisadores torne mais viável a produção em larga escala do hidrogênio verde, esta mesma predominância é alvo de preocupações pela União Europeia, fazendo com que o bloco tenha chegado a limitar a aquisição de eletrolisadores chineses a no máximo 25% da capacidade total instalada dos projetos (Chiappini, 2024b). Isso nos permite inferir que é justamente nessa contradição, essencial nos projetos de neointustrialização em tempos de capital-imperialismo, que se encontra a discricionariedade do uso de previsões quanto ao preço da produção do hidrogênio verde, produzindo diversos efeitos nos atores do setor.

Além disso, os índices de aumento de eficiência e o subsequente barateamento do custo do hidrogênio verde também estão atrelados a massivos investimentos no setor, excedendo a USD 20 trilhões até 2050 (Palladino, 2023). Ao mesmo tempo, estudos indicam que, até 2050, a tecnologia será considerada economicamente viável e os investimentos serão compensados, tornando a tecnologia economicamente viável se houver a capacidade de produção de aproximadamente 140 GW de hidrogênio verde (Ahang et al, 2025), em contraste com os atuais 1 GW. Desta forma, para que todos os projetos se concretizem, torna-se necessário um crescimento do setor a uma taxa de 90% ao ano entre 2024 e 2030, montante bem superior ao crescimento da energia fotovoltaica em suas fases de expansão mais acelerada (Shafiee; Schrag, 2024).

Tais velocidade e escala se contrapõem ao atual estado de avanço de projetos de hidrogênio verde: apenas 18% dos projetos na América do Norte e 5% dos projetos na Europa previstos a entrar em operação até 2030 chegaram a uma decisão final de investimentos, (Hydrogen Council; McKinsey, 2024). Entre julho e outubro de 2024, algumas das maiores empresas desenvolvedoras da cadeia de valor de hidrogênio verde cancelaram grandes projetos e reduziram seus planos de investimento, dentre elas a australiana Origin Energy (The Extractor, 2024), a norueguesa Nel (Mathis, 2024), a norueguesa Equinor (Reuters, 2024a), a dinamarquesa Ørsted (Burgess, 2024), a australiana Fortescue (Carroll, 2023) e a espanhola Repsol (Chu et al, 2024). Dentre os fatores alegados para a decisão de desinvestimento estão a falta de demanda, a lentidão do mercado, riscos nos avanços tecnológicos, alto custo de insumos e a insuficiência de subsídios estatais. O CEO da Mitsubishi Power indica que essa frustração no investimento do setor se dá pelo grande afã que foi atribuído ao hidrogênio verde, alegando que "às vezes, quando venho a conferências, parece que a economia do hidrogênio precisa acontecer em dois ou três anos, rapidamente. (...) Desculpa, mas isso não é viável. Precisamos de toda a década de 2020 e o início da década de 2030 para fazer isso acontecer" (Moore, 2024, s/p). Assim, a síntese da visão predominante do mercado é que a indústria de hidrogênio verde está mais para a inovação do que pra negócios.

Como resultado dessa onda de adiamento de projetos do setor, os valores das ações de empresas de hidrogênio verde nos Estados Unidos e na Europa caíram significativamente. As ações das empresas Nel, Bloom Energy e ITM Power caíram um terço; já os papéis das

empresas Plug Power, Ballard Power Systems e Green Hydrogen Systems caíram mais de 50% em 2024, atingindo seus valores mais baixos na história. O S&P Kensho Global Hydrogen Economy Index, plataforma que acompanha as empresas da cadeia de hidrogênio de baixo carbono, voltou ao patamar de meados de 2020, zerando os ganhos auferidos no período de auge no entusiasmo pelo desenvolvimento de energia verde, no final de 2020 e início de 2021 (Chu et al, 2024). Essa resposta negativa demonstra outro descompasso que se apresenta cada vez com mais ênfase no aprofundamento da condição de capital-imperialismo, que é a visão curto-prazista do empresariado em contraste com o planejamento de longo prazo requerido no processo de desenvolvimento de novas indústrias de grande porte.

Mesmo na Alemanha, com sua centralidade programática na economia do hidrogênio, houve fortes turbulências pelo crescente ceticismo nos últimos anos, chegando a ser implementadas significativas flexibilizações nos planos nacionais. Um marco importante dessa inflexão no entusiasmo com o setor foi a decisão do Tribunal Constitucional Federal da Alemanha, em novembro de 2023, de tornar inconstitucional o uso de USD 60 bilhões remanescentes dos Fundos para o Clima e Transformação, oriundo de fundos de combate à Covid não utilizados, para estes projetos (Westwood, 2024). O impedimento da corte alemã de utilizar o fundo, que é a principal fonte de financiamento de projetos de descarbonização, teve uma série de consequências, envolvendo a mobilização do governo alemão para buscar novas fontes de financiamento para programas de descarbonização industrial, bem como a redução nos gastos totais de sua estratégia. Como consequência, em fevereiro de 2024, a estratégia alemã diminuiu consideravelmente a sua meta de subsídios e sua demanda de usinas de produção de hidrogênio, passando de 23,8 GW esperados para apenas 10 GW (Westwood, 2024).

A viabilidade fiscal dos planos de industrialização via hidrogênio verde também foi questionada no âmbito da União Europeia. Em julho de 2024, o Tribunal de Contas Europeu divulga o relatório “Futuro do hidrogênio na UE: da propaganda à realidade”, no qual afirma que as metas estabelecidas para o setor são demasiado ambiciosas. A auditoria indica que há pouca probabilidade de que o bloco de fato cumpra com os objetivos fixados para 2030, enfatizando a falta de análise robusta, em detrimento de uma vontade política, para a implementação das metas de produção e importação de um total de 20 milhões de toneladas.

Também indicam que o financiamento da União Europeia para essa indústria, estimado em € 18,8 bilhões entre 2021 e 2027, está disperso em vários programas, dificultando que as empresas determinem o tipo de financiamento mais adequado para um determinado projeto. Desta forma, os auditores pedem que a Comissão atualize sua estratégia de hidrogênio para estar mais aproximada da realidade (European Court of Auditors, 2024).

Assim, a flexibilização da ISHHD como resposta à sua descredibilidade sinaliza qual o lado mais fraco na relação entre segurança energética e descarbonização: tornam-se cada vez mais aceitas outras rotas tecnológicas para a produção de hidrogênio, mesmo com maiores emissões de carbono (BMWK, 2024). Essa tendência do arcabouço legal do país de cada vez mais abrir espaço para outras formas de produção de eletricidade com baixo nível de carbono, sobretudo o hidrogênio azul, foi alvo de crítica de importantes instituições do ambientalismo alemão, como a Ajuda Ambiental Alemã (DUH) e o Greenpeace (Chiappini, 2024c). Desta forma, ao fundamentar-se no paradigma do desenvolvimento sustentável, é impossibilitado que o governo alemão consiga traçar alternativas que não fomentem o crescimento econômico, tampouco questionem a escala e modo de produção capitalista. Nesse registro, embora segurança energética e descarbonização sejam elementos necessariamente complementares na premissa do Consenso da Descarbonização, observamos que essa complementariedade não é isenta de certos embates. O caso aqui observado nos permite inferir que, quando esses dois pilares do capitalismo verde são postos em tensão, existe uma tendência à agenda da segurança energética se sobrepor à da descarbonização, uma vez que o primeiro seja uma condição imprescindível para a manutenção do sistema capitalista, e o segundo não necessariamente, apesar da União Europeia e da Alemanha trabalharem obstinadamente para que seja.

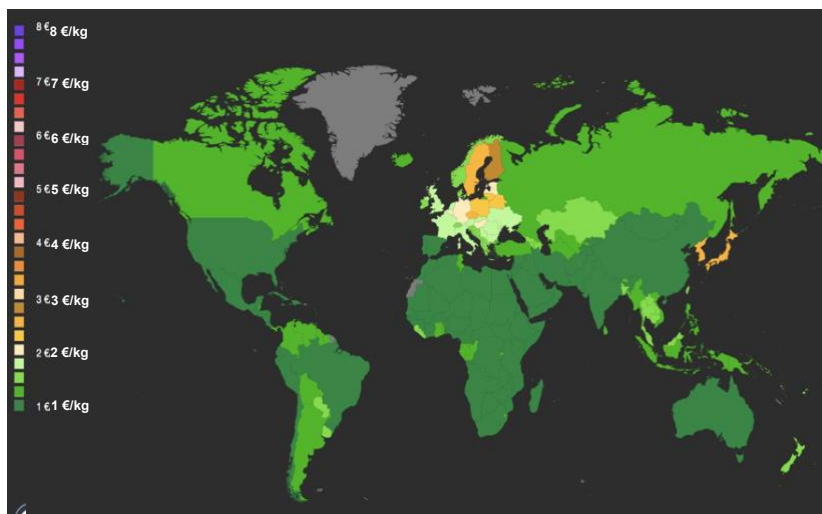
Tendo isso em vista, o projeto de industrialização verde europeu se vê no imperativo de buscar formas de reduzir os custos do hidrogênio verde, sua grande aposta. Tendo em vista que atualmente o custo dos eletrolisadores é extremamente alto, e sua redução não está a seu alcance, a União Europeia e a Alemanha veem outra possibilidade de viabilizar esta indústria: barateamento da eletricidade renovável. Desta forma, um movimento subjacente à sua estratégia, esta que já é voltada para o mercado internacional, é de justamente buscar estender a cadeia de produção do hidrogênio verde para países com baixo ou médio nível de industrialização, periféricos aos centros financeiros, que é o Sul Global. Isso é justamente o

que o guia de estratégia para o hidrogênio verde elaborado pelo Irena, que contém uma série de diretrizes a serem seguidas por Estados e empresas que buscam propagar esta indústria, sinaliza:

A busca pela industrialização verde no Sul global alinha-se com as estratégias de desenvolvimento, oferecendo aos países a oportunidade de aproveitar seus recursos renováveis, terras abundantes e acessibilidade ao transporte para estabelecer *clusters* industriais focados na produção de produtos verdes utilizando hidrogênio verde (Irena, 2024, p. 21 - tradução nossa).

Estabelece-se, assim, a linha política que posiciona os países do Sul global na função de oferecer seus recursos naturais para baratear a produção de hidrogênio verde em países que dependem exclusivamente de sua capacidade industrial, uma vez que seus territórios sejam escassos em recursos naturais. É possível observar que essa premissa é utilizada para a produção de dados ainda inconsistentes, sobretudo projeções, que, no entanto, são centrais para a legitimação desta indústria e atração de investidores. Essa tendência é notável na projeção de custo de hidrogênio verde mundial para o ano de 2050 apresentada pelo World Energy Council em parceria com a consultoria PwC, em 2021: conforme apresentado no Mapa 1, estima-se que praticamente todos os países do Sul global – toda a América Central, quase toda a África, e boa parte da América do Sul e da Ásia - produzirão hidrogênio verde pelo menor custo de produção aventado, 1 €/kg, enquanto a Europa e o Japão apresentam valores mais elevados, entre 2 a 4 €/kg. A partir dessa projeção, países com baixa capacidade industrial teriam o custo de produção de hidrogênio verde equivalente ao custo das maiores potências econômicas mundiais, China e Estados Unidos, o que, a esse nível da análise, nos possibilita avaliar que se dá por conta do alto nível de apropriação de recursos naturais e da baixa remuneração da mão-de-obra em países do Sul global projetados para o desenvolvimento desta indústria.

Mapa 1 - Mapa mundial de projeção de custo de hidrogênio verde para 2050



Fonte: PwC (2021)

A partir do exposto até então, o caminho encontrado pela União Europeia para ter resiliência frente à nova correlação de forças energética, bem como para atingir suas metas de produção de hidrogênio verde e de geração de energias renováveis, foi de reorientar sua estratégia de política externa, atualizando sua diplomacia climática em direção à periferia do capitalismo. Nesse sentido, a Comissão Europeia lança oficialmente, em dezembro de 2021, o principal dispositivo de política externa do bloco em direção ao Sul Global: o Global Gateway (EC, 2021b).

O Global Gateway sustenta-se na premissa de financiar grandes obras de infraestrutura “sustentável” ao redor do mundo, conforme Mapa 2, projetando grandes “corredores verdes” por meio de tecnologia de ponta para atingir a eficiência energética e reduzir o impacto ambiental. Sua estratégia dirige-se a cinco áreas prioritárias: i) clima e energia; ii) setor digital; iii) transporte; iv) saúde, e v) educação e pesquisa. Destes, o setor climático e energético é o mais expressivo, correspondendo a 49% das iniciativas para desenvolver a cadeia global de energias renováveis (EC, 2024). Para viabilizar esta estratégia, a Comissão Europeia estabelece a meta de angariar € 300 bilhões em investimentos entre 2021 e 2027, sendo a tarefa principal do Global Gateway a mobilização do setor privado.

Mapa 2 - Iniciativas do Global Gateway (janeiro de 2024)



Fonte: adaptado de EC (2024b)

O Global Gateway é promovido como uma alternativa sustentável à Nova Rota da Seda da China, buscando disputar a presença geopolítica e econômica da potência asiática (Teevan et al, 2022; Gerasimcikova; Sial, 2024; EC, 2024). No entanto, ao contrário do modelo pragmático chinês, nos seus critérios de seleção consta os “valores democráticos e promoção de direitos humanos” e o “alinhamento com os setores, regiões e valores do Global Gateway” (EC, 2021b; EC, 2024). Ao pretender estabelecer suas relações comerciais com base nos valores ocidentais, existe um condicionamento dos países parceiros a um alinhamento não só econômico, mas também ideológico, respondendo ao anseio europeu de retomar também a em áreas que tradicionalmente estiveram em sua esfera de influência ideológica²³ (Teevan et al, 2022; Sial; Sol, 2022; Gerasimcikova; Sial, 2024). No entanto, a competição com a China torna-se mais ferrenha em sua Nova Rota da Seda 2.0, na qual é priorizada a exportação justamente de infraestrutura para tecnologias verdes e digitais, com transferência de tecnologia, e na qual são priorizados projetos menores e que não gerem altos níveis de endividamento. Em contraste, as empresas europeias são conhecidas por desenvolver projetos de energia renovável de grande escala, os quais apresentam alto risco de endividamento e podem encontrar entraves na transferência de tecnologia, na medida em que o desenvolvimento tecnológico da União Europeia se encontra fortemente baseado em patentes²⁴ (Di Ciommo et al, 2024; Gerasimcikova; Sial, 2024).

²³ Teevan et al (2022) reforça essa ideia, alegando que, “devido à falta de uma mensagem e marca europeias comuns, a UE sente que seu valor agregado combinado é subestimado: não recebe o reconhecimento, a apreciação e o crédito político que merece por parte de seus parceiros” (p. 2 - tradução nossa).

²⁴ A Alemanha é a principal detentora de patentes da União Europeia em áreas-chave de “tecnologia limpa”, representando cerca de 37% (EIB; EPO, 2024).

O Global Gateway prevê um total de € 300 bilhões de financiamento; no entanto, deste montante, apenas € 18 bilhões são subsídios da própria União Europeia (EC, 2021b), estando o restante condicionado à capacidade da União Europeia captar recursos, ou seja, não estão garantidos. No entanto, os recursos do Global Gateway estão sendo divulgados e prometidos para os países parceiros de forma que o potencial de atração de investimentos privados seja apresentado como investimento efetivo. Ao serem tão amplamente dependentes de instituições financeiras privadas, os projetos do Global Gateway são direcionados a serem formulados de acordo com a sua rentabilidade e capacidade especulativa, ganhando mais espaço projetos com um formato comoditizado. Essa condição de preponderância do capital financeiro no plano europeu de transição energética global também aumenta a chance do fator econômico se sobressair ao cumprimento das metas climáticas, bem como pode levar à sua própria inviabilização, caso não haja relevante lucratividade (Teevan et al, 2022; Sial; Sol, 2022; AEP, 2023).

Esse modelo de financiamento se trata, portanto, de 94% de recursos disponíveis mediante empréstimos (Bohne, 2022), o que coloca países já vulnerabilizados pelo endividamento sob risco de contraírem volumes massivos de dívida, tendo em vista que 29 dos 37 países altamente endividados receberão projetos europeus de industrialização verde (Gerasimcikova; Sial, 2024). Assim, calcula-se um fluxo médio de US\$ 2 trilhões anuais de países do Sul global para o Norte global (GFI, 2016; Harcourt et al, 2024).

Em nome da diminuição do risco de investimento, os projetos internacionais de produção de hidrogênio verde estão submetidos às contrapartidas impostas ao FMI e ao Banco Mundial, em nome da diminuição do risco de investimento. O cenário tem levado os países periféricos envolvidos no Global Gateway ao aumento da agenda de privatização e à insegurança energética, uma vez que os seus sistemas públicos de energia estejam sendo desmontados em prol da imposição do pagamento de dívidas, o que vem sendo chamado de “condicionalidade verde” (Bretton Woods Project, 2024), bem como em prol da atração de investimentos públicos, sob financiamento de bancos de desenvolvimento regionais dos países “beneficiários” (Bohne, 2022; Gerasimcikova; Sial, 2024). Além disso, 13 projetos de hidrogênio do Global Gateway são intensivos no uso de água, sendo 3 deles - Namíbia, Chile e África do Sul - localizados em regiões classificadas como alta escassez de água (WRI, 2023).

Em síntese, a globalização europeia da cadeia de valor do hidrogênio verde tem como marco estratégico o Global Gateway, formulando um duplo movimento: i) a nível intrabloco, alavancar a produção (indústria e PD&I), estabelecer uma rede de infraestrutura para transportar a produção interna e as importações e ampliar as oportunidades pro setor privado, e ii) a nível extrabloco, buscar firmar projetos e parcerias com países que forneçam hidrogênio verde a preços reduzidos e estabelecer uma rede de infraestrutura para transportar a produção para a Europa. Entre eles, o Estado opera como um intermediário, adotando a função de redutor de riscos para os investidores do setor, assim tendo o papel de assumir os riscos de projetos que, sem sua interferência, não seriam de interesse do setor privado. De acordo com relatório produzido pela consultoria Deloitte (2024a), os riscos de mercado para projetos de eletricidade renovável representam de 45% a 90% do seu custo de capital, sendo adicionados 20% mais custos quando localizados em países não-industrializados²⁵. Desta forma, a estratégia europeia de globalização da indústria verde se enquadra no que Gabor e Sylla (2013) denominam “desenvolvimentismo de redução de riscos”, uma das vias que o centro do capitalismo encontra atualmente de promover as indústrias as quais possui interesse.

Em relação específica à Alemanha, o ISHHD amplia a sua diplomacia climática pelo dispositivo pelo H2Global, abrindo uma frente diplomática específica pra o hidrogênio verde (BMWK, 2024). Por meio do H2Global, o governo alemão busca mobilizar recursos para o setor reunindo outras grandes empresas das indústrias *hard-to-abate*, como a BASF, Bayer, Thyssen-Krupp, Siemens e Lufthansa (Stratmann, 2020). Assim, para cumprir a meta de adquirir 69 Mt de hidrogênio verde até 2030, a H2Global instituiu o Hydrogen Intermediary Network Company (HINT.CO) como sua intermediária. A HINT.CO tem como principal função a promoção de leilões de compra e venda a longo prazo, de forma a atrair projetos de produção de hidrogênio na União Europeia por meio da redução de riscos, e estabelecer futuras parcerias com países fornecedores (H2Global, 2025). No leilão piloto ocorrido em 2022, a empresa vencedora foi a Fertigllobe (Irena, 2024), empresa de fertilizantes cujo maior acionista é a Empresa Nacional de Petróleo de Abu Dhabi (ADNOC), uma das maiores

²⁵ De acordo com relatório produzido pela consultoria Deloitte (2024a), os riscos de mercado para projetos de eletricidade renovável representam de 45% a 90% do seu custo de capital, sendo adicionados 20% mais custos quando localizados em países não-industrializados (Deloitte, 2024a).

empresas de petróleo e gás do mundo, com a qual fechou-se o contrato de 397 milhões de euros para produzir 10% do consumo anual de amônia no país europeu (Chiappini, 2024e).

Os resultados do primeiro leilão da HINT.CO reverberam com a reflexão de Bertinard et al (2020) sobre o fomento da indústria de renováveis a partir de leilões. Por ter como critério prioritário a redução de custos e, portanto, a priorização de projetos de larga escala, esse modelo leva ao benefício de grandes corporações, aprofundando o nível de monopólio no setor energético mundial. Além disso, o financiamento por leilões pode apresentar problemas sociais e ambientais, tendo em vista que estes não são critérios que influenciam nos resultados do leilão, assim apresentando a tendência de beneficiar as empresas como petroleiras, empresas de carvão ou de gás natural, tal como a Fertiglobe.

Ao montar uma rede de parcerias de modo a projetar internacionalmente seu marco regulatório acerca do hidrogênio, a Alemanha demonstra seu plano de alterar o centro gravitacional geopolítico, buscando passar da disponibilidade de recursos naturais para domínio tecnológico e expertise (Bukowski, 2024). Nesse sentido, o país incide em diversas frentes para implementar sua agenda de política energética: i) órgãos e fóruns multilaterais²⁶; ii) organizações de pesquisa na área energética²⁷; iii) projetos domésticos²⁸; iv) projetos e fóruns dentro da União Europeia²⁹; v) projetos transnacionais para promoção de pesquisa e inovação tecnológica³⁰, e vi) câmaras de comércio alemãs (AHK) em 93 países, atualmente, para promoção do setor privado alemão ao redor do mundo (BMWK, 2024; AHK, 2025). Nesse sentido, o Estado alemão tem se empenhado em percorrer todos os continentes para fechar acordos de cooperação relacionados à indústria de hidrogênio, conforme ilustrado no Mapa 3. Assim, a Alemanha se coloca como um contraponto à diplomacia do hidrogênio empregada por outros países, como China e Estados Unidos, devido ao seu ímpeto a alcançar uma abrangência global para sua política energética e climática (Quitow et al, 2024; Bukowski, 2024).

²⁶ Entre eles, União Europeia (sobretudo em sua presidência em 2020), G7 (sobretudo em sua presidência em 2022), G20, Clean Energy Ministerial, Mission Innovation, e International Hydrogen Trade Forum.

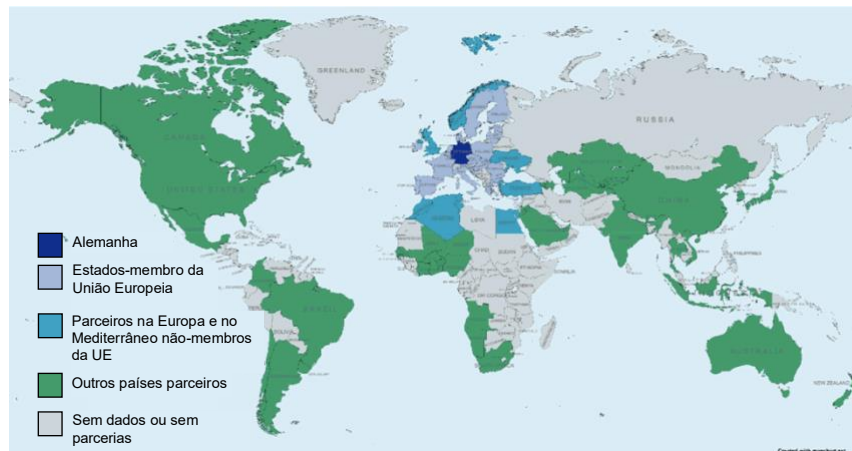
²⁷ IEA, Irena, UNIDO, ISO.

²⁸ Hydrogen core network.

²⁹ European Hydrogen Backbone, Fórum Pentilateral de Energia e EUREKA.

³⁰ Programas internacionais: HySupply e HyGate. Programas domésticos abertos para pesquisadores internacionais: International Hydrogen Projects, International Future Labs e Redefine H2 Economy Project.

Mapa 3 - Acordos mobilizados pela Alemanha com países parceiros para a promoção do hidrogênio verde



Fonte: adaptado e traduzido de Quitzow et al (2024)

A partir dessas parcerias, o governo federal alemão implementa diversos projetos para promover sua diplomacia do hidrogênio verde, dentre os quais quatro são destacados na ISHHD: i) International PtX Hub³¹; ii) Green Hydrogen Business Alliance (H2BA)³²; iii) Iniciativa Internacional de Porteção Climática (IKI)³³, e iv) H2-Diplo³⁴ (BMWK, 2024).

Todas essas iniciativas, apesar de financiadas por diferentes ministérios e com objetivos complementares, são implementadas por um mesmo ator: a Agência Alemã de Cooperação Internacional (GIZ). A GIZ é atualmente a instituição que unifica todas as anteriores agências técnicas já implementadas pelo governo alemão na sua política de cooperação para o desenvolvimento, tornando-se hoje a empresa federal oficial para o tema.

A GIZ é, junto do Banco de Desenvolvimento Alemão (KfW), o instrumento de execução da cooperação internacional da Alemanha, em função do Ministério para a Cooperação Econômica e Desenvolvimento (BMZ) (Hernandez; Roehrkasten, 2011). Como fruto de um acúmulo de décadas de *expertise* em incidência política a níveis local e regional,

³¹ Tem como objetivo estabelecer centros de treinamento para tecnologias Power-to-X nos 13 países que hoje está presente, sob financiamento do BMWK.

³² Busca, por meio de financiamento do BMZ, articular empresas privadas europeias e alemãs do setor de hidrogênio para o desenvolvimento do setor, com foco 6 países (H2BA, 2024).

³³ É um mecanismo financeiro mais consolidado, fomentado por diversos órgãos do governo federal alemão desde 2008, a partir do qual são estabelecidas parcerias internacionais para infraestrutura orientada para a descarbonização, com ação prioritária em 14 países (IKI, 2024).

³⁴ Iniciativa coordenada pelo Ministério de Relações Exteriores e financiada pelo IKI, que tem como objetivo operar a “diplomacia da descarbonização” por meio da consolidação de relações diplomáticas e de cooperação com países exportadores de combustíveis fósseis mediante celebração de parcerias, atualmente sediada em 8 países (H2-Diplo, 2024).

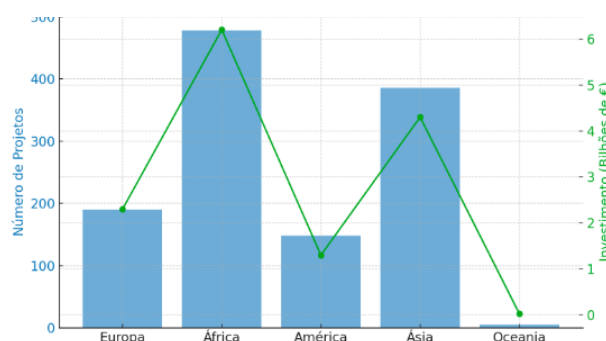
a GIZ tornou-se a maior organização mundial de execução bilateral (Hernandez; Roehrkasten, 2011; Egenter; Wettengel, 2017).

Tendo como objetivo o alinhamento da política alemã aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU, a organização é hoje a plataforma principal de incidência política na agenda sustentável, sendo uma de suas principais atribuições a implementação de projetos de industrialização verde. Nesse sentido, trabalha de forma a criar redes que vinculem em torno dos interesses alemães não só diversos atores e organizações nacionais, mas também instituições da UE, ONU, setor privado, pesquisadores e atores da sociedade civil (GIZ, 2024).

A GIZ também incide politicamente no âmbito da União Europeia por meio de lobby. De acordo com o LobbyFacts, projeto Criado pela Corporate Europe Observatory e LobbyControl que cruza os dados do Registro de Transparência da União Europeia e de portais de comunicação da Comissão Europeia, a GIZ conta com 11 lobistas de tempo integral declarados, dentre os quais 2 possuem credenciamento junto ao Parlamento Europeu (LobbyFacts, 2024). Esses dados contribuem para evidenciar o papel da GIZ na europeização da *Energiewende* alemã, sendo um dos mecanismos para a Alemanha mobilizar a União Europeia na adoção de sua política energética e climática e consolidando o lastro político-institucional para a implementação de seus projetos não só intrabloco, mas também ao redor do planeta, tendo a tarefa de internacionalizar a *Energiewende*.

É a partir desta perspectiva que a GIZ implementa atualmente um total de 1.436 projetos em 120 países que movimentam quase € 22 bilhões, estes que se distribuem em 53 escopos distintos e contam com 182 financiadores, contando com quase 26 mil trabalhadores ao redor do planeta. Destes projetos, 280 são relacionados diretamente a energia ou proteção ambiental, dos quais 27 são relacionados especificamente à geração de energia por fontes renováveis, estes últimos movendo mais de € 195 milhões (GIZ, 2025). A distribuição geográfica dos projetos oficialmente implementados e o investimento por região podem ser visualizados no Gráfico 8.

**Gráfico 8 - Projetos da Agência Alemã de Cooperação Internacional (GIZ) em 2025
(investimento por número de projetos)**



Fonte: elaboração própria, a partir de GIZ (2025)

À GIZ atribui-se explicitamente o papel de implementação da diplomacia do hidrogênio verde. No NHS, a cooperação internacional tem o papel de ofertar “perspectivas para projetos conjuntos e para testar rotas e tecnologias de importação” (BMWK, 2020, p. 11 - tradução nossa). O ISHHD aborda de forma mais específica, atribuindo-a a construção de uma “cooperação holística” para a “criação de valor nos países parceiros que se beneficiam da cooperação para o desenvolvimento da Alemanha e para a melhoria das condições de vida nesses países” (BMWK, 2024, p. 8 - tradução nossa). Nesse mesmo documento, são pontuadas as áreas as quais a cooperação deve trabalhar para estabelecer os padrões de sustentabilidade no escopo de seus projetos, a saber: o consumo de energia e água, os direitos das populações indígenas, o uso da terra, a eficiência de recursos, a saúde e segurança no trabalho e a participação local (BMWK, 2024).

Em outras palavras, a estratégia para o hidrogênio da Alemanha outorga à GIZ a tarefa de estabelecer a nível mundial os critérios alemães de sustentabilidade, sendo os projetos implementados pela agência o meio de promoção dos valores e princípios sociais, ambientais e econômicos da Alemanha. Desta forma, a GIZ é escalada como um dos atores responsáveis por garantir as condições de importação dos 10 TWh de hidrogênio verde que excedem a capacidade prevista de produção interna, ou seja, assume a função de fazer expandir os projetos de energia renovável para a produção de hidrogênio verde no mundo de acordo com a legislação alemã.

Além dos mecanismos de implementação, a forma como o projeto de promoção do hidrogênio verde alemão se dá também o particulariza. A NHS, apesar de não apresentar qualquer restrição ao tipo de energia renovável que é empregada para a produção do hidrogênio³⁵, sinaliza uma preferência genérica pelas energias eólica e solar (BMWK, 2020, p. 9) e específica pela energia eólica offshore, cujo uso “terá um papel importante” na estratégia de importação de hidrogênio (BMWK, 2020, p. 6 – tradução nossa). Vale notar que essa ênfase na energia eólica offshore não consta na Estratégia da União Europeia para o Hidrogênio, esta que apenas sinaliza para o uso de energias eólica e solar de forma genérica (EC, 2020). A ISHHD delimita com maior detalhamento como será empregado esse “papel importante” da energia eólica offshore, no contexto das redes de hidrogênio e corredores de importação trans-europeia. Dos 4 corredores estabelecidos, dois deles preveem o fornecimento de hidrogênio à base de energia eólica offshore, o da Região do Mar do Norte e o da Região do Báltico³⁶ (BMWK, 2024).

Identificamos duas principais razões para a geração de energia eólica offshore assumir protagonismo na estratégia de economia de hidrogênio da Alemanha: i) suas propriedades, pois, ao serem compatíveis com o modo de produção imposto pelas metas europeias e nacionais, a posicionam como peça-chave na cadeia de valor do hidrogênio; ii) o interesse econômico e geopolítico da Alemanha no desenvolvimento de sua indústria a nível intrabloco, e, a longo prazo, a nível mundial, uma vez que seja uma tecnologia nascida na Europa e a qual o bloco detém conhecimento técnico-científico.

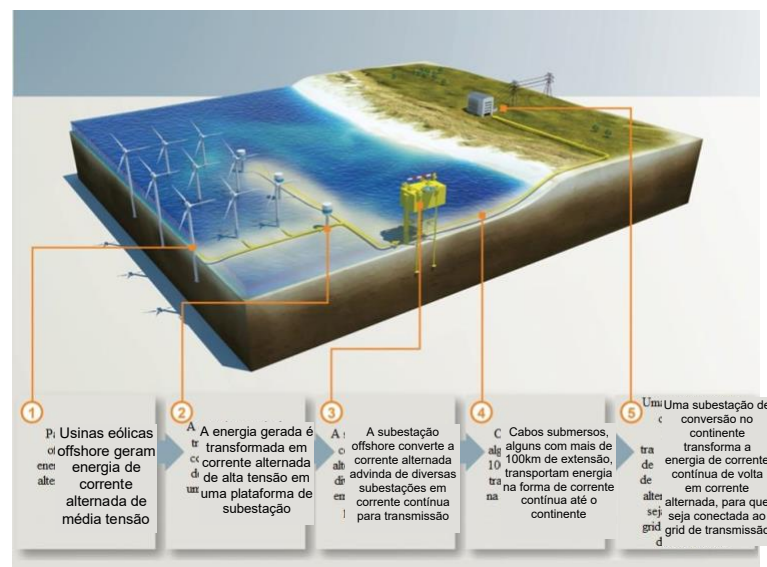
A indústria de energia eólica offshore consiste, basicamente, na exploração dos ventos em alto-mar para a geração de energia elétrica, por meio da instalação de megaestruturas em corpos d’água em zonas marinhas próximas da costa. A geração de energia eólica offshore se insere no contexto da economia azul, definida por Smith-Godfrey (2016) como a “industrialização sustentável dos oceanos”, a qual abrange uma série de atividades industriais que ocorrem em ambiente marinho, como energia das marés e das ondas, exploração e produção de petróleo e gás em águas ultraprofundas, aquicultura offshore, mineração no leito marinho, turismo de cruzeiros, vigilância marítima e biotecnologia marinha (OCDE, 2016).

³⁵ Apesar da NHS não apresentar limitação, há na legislação europeia outras medidas que buscam limitar a eletrólise a base de energias de origem biológica. Isso será desenvolvido na seção 2.2.

³⁶ Os outros dois corredores são o Corredor Sudoeste (península ibérica) e o Corredor Sul (norte da África).

Para se ter uma visão de como se estrutura um complexo eólico offshore, na Figura 2 é possível visualizar um diagrama que representa a infraestrutura básica para a geração de energia eólica offshore, posicionando no espaço os componentes necessários para formar a infraestrutura elétrica: aerogeradores, cabos submarinos que conectam os aerogeradores entre eles e com a subestação offshore (quando aplicável), cabos submarinos de transmissão até a costa, subestação onshore, transmissão e conexão ao grid de transmissão (Guimarães, 2020).

Figura 2 - Fluxograma da infraestrutura elétrica de complexos eólicos offshore



Fonte: Guimarães (2020)

Os aerogeradores podem ser implementados por cimentação no solo marítimo, ou por flutuação. Dado o estágio de desenvolvimento tecnológico dessa indústria, o processo de cimentação é o mais empregado, sendo o modelo monopilar o mais convencional. Embora seja mais prejudicial ao solo, tem sido o método mais empregado, dada sua vantagem econômica e por ser destinado a profundidades menores (Cerezo Araujo, 2022). Para casos mais distantes da costa e maior profundidade, pode-se utilizar plataformas flutuantes, que são métodos mais inéditos na indústria e que, por evitar o processo de cimentação, dispensa a perfuração do solo, assim gerando menos impacto ambiental. As fundações flutuantes oferecem à indústria de energia eólica offshore duas oportunidades importantes: elas permitem o acesso a locais com águas mais profundas (abaixo de 50 metros) e a até 80

quilômetros da costa (Irena, 2020b). No entanto, ainda é uma tecnologia em estágio inicial para a produção em larga escala, sendo um dos maiores mercados potenciais para energia eólica offshore, sobretudo para países que possuem poucos locais com águas rasas, como Japão e Estados Unidos (Cerezo Araujo, 2022).

A velocidade do vento é um fator central quando da comparação da capacidade produtiva das eólicas onshore e offshore, a qual pode chegar a uma diferença de até 10 m/s entre as velocidades dos ventos onshore e offshore (Ramakrishnan et al, 2024). Um aumento da velocidade do vento também leva ao aumento da quantidade de energia eólica disponível por m² (densidade da potência do vento), sendo contabilizado uma densidade 160% maior (0,3 kW/m²) quando se move a usina eólica da terra para o mar (Djath et al, 2022). As condições do vento em alto-mar são geralmente mais fortes, consistentes e previsíveis devido à ausência de turbulências e obstáculos como colinas, vales, florestas e terrenos acidentados, o que tendencialmente aumenta (em cerca de 60% dos casos) quanto mais distante se posiciona da costa: leva-se, em média, 67 km da costa para o vento atingir 95% de sua velocidade máxima, podendo essa distância variar até mais de 170 km (Djath et al, 2022; Tumse et al, 2024).

A altura também é um componente importante, uma vez que se busca construir torres eólicas mais altas a fim de captar mais energia, já que as velocidades do vento tendem a aumentar em altitudes mais elevadas. Além disso, turbinas maiores exigem menos fundações, cabos, conversores e outros recursos para gerar a mesma quantidade de energia. Assim, as alturas médias das usinas eólicas offshore instaladas no mundo aumentaram 26,79% de 2010 a 2021, passando de 83m para 105m, podendo chegar a quase 250m, como é o caso da turbina eólica em operação mais alta do mundo atualmente, na Alemanha (Tumse et al, 2024).

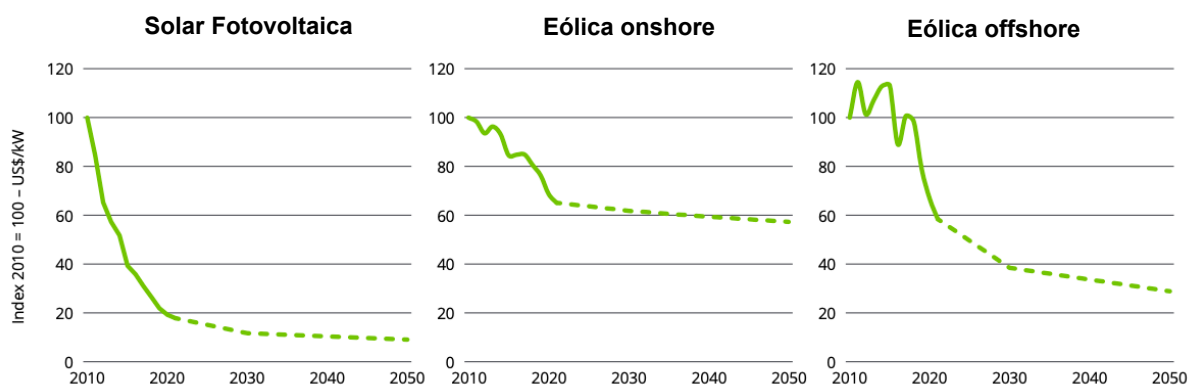
As propriedades da indústria eólica offshore evidentemente refletem no custo final da energia, e, por sua vez, no custo final do hidrogênio. A curto prazo e em menor escala, os custos de projetos eólicos em terra são tendencialmente menores em relação a projetos eólicos em alto-mar. De acordo com o modelo comparativo de Cerezo Araujo (2022)³⁷,

³⁷ Diante da existência de diversas estimativas, com grandes variações a depender do ano de instalação, localização geográfica ou corporações envolvidas, optamos por basear nossa análise no modelo elaborado por Cerezo Araujo (2022), uma vez que seja baseado em projetos já em operação e apresente robusto grau de detalhamento.

identificou-se que os custos iniciais da fase de exploração de uma usina eólica em alto-mar são 37,55% maiores que para a energia eólica em terra, e os custos iniciais para desenvolvimento, construção e operação das offshore são 958,81% maiores que as onshore. Já o custo final do hidrogênio verde, ainda segundo Cerezo Araujo (2022), em seu primeiro ano teria um preço de 10,32 €/kg, se produzido por energia eólica onshore, podendo ser reduzido para 7,43 €/kg em caso de subsídios. Em comparação, o preço da produção de hidrogênio verde por energia eólica offshore chega a 30,45 €/kg em seu primeiro ano, com possibilidade de redução para 21,65 €/kg se subsidiado.

Apesar das projeções a curto prazo e de menor escala desfavorecerem o desenvolvimento da indústria eólica offshore, o sentido se inverte se consideramos projetos maiores e de longo prazo. O modelo de Cerezo Araujo (2022) demonstra que o preço por MW instalado do projeto eólico offshore que contém apenas 1 aerogerador é de cerca de 6,21 milhões €/MW, e para projeto de 5 aerogeradores o preço por MW seria de 4,80 milhões €/MW. A elevada capacidade de produção da energia offshore também é apresentada como vantajosa para a geração de hidrogênio verde, já que, como a capacidade de alimentar a bateria de eletrolisadores é maior quando há mais MW instalados disponível, os fatores de capacidade aumentariam alcançando 75% do fator de capacidade do eletrolisador (Cerezo Araujo, 2022). A progressão da rentabilidade dos custos da energia eólica offshore em relação às energias eólica onshore e solar fotovoltaica estão apresentadas no Gráfico 9, onde é possível verificar que a exploração dos ventos em alto-mar em larga escala, em comparação aos ventos em terra, se torna bem mais próxima da energia solar em termos de competitividade.

Gráfico 9 - Evolução dos custos iniciais para usinas solares e eólicas em larga escala



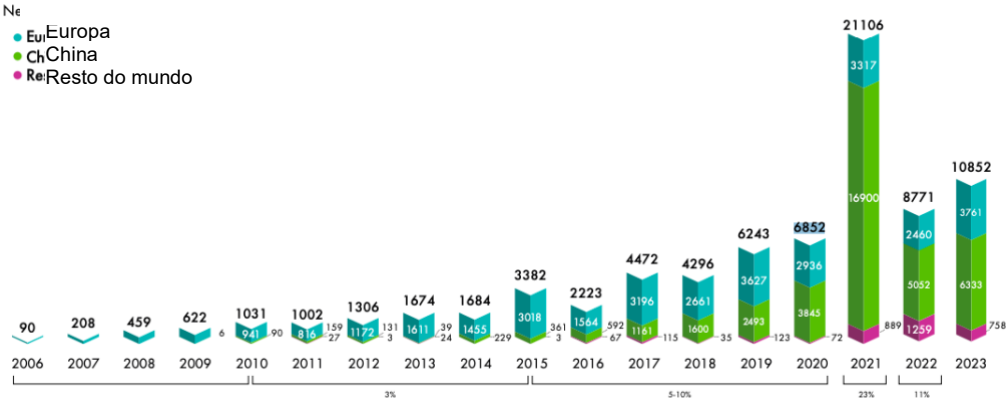
Frente a estas propriedades da energia eólica offshore, a União Europeia aposta nesta indústria de forma combinada ao hidrogênio verde, tendo em vista as vantagens econômicas e geopolíticas que seu desenvolvimento potencialmente gera ao bloco. No contexto de expansão da energia eólica no mundo desde os anos 1970, já no início dos anos 2000, os países europeus que despontaram essa atividade se aproximavam de atingir os limites de disponibilidade de potencial eólico onshore³⁸, tanto em termos de mercado interno como de disponibilidade de terras com alto potencial eólico (Dutra, 2001). Conforme Traldi e Rodrigues (2022), a taxa de crescimento da indústria eólica onshore em países como Alemanha e Dinamarca vem caindo desde 2003, sendo a falta de locais adequados para a instalação de novas usinas um elemento relevante. O fato das melhores regiões eólicas da Alemanha já apresentarem uma elevada taxa de ocupação eólica preocupava atores do setor, como a BWE (Dutra, 2001).

Nesse contexto, o desenvolvimento da indústria eólica offshore é impulsionado na Europa como uma alternativa à tendência de diminuição de terras favoráveis para a atividade eólica onshore, somado ao desenvolvimento tecnológico que sucessivamente permitiu preços menos impeditivos para a construção de usinas, bem como da necessidade de ampliar o máximo possível o portfólio de ativos no setor energético no pós-1970 (Dutra, 2001; Castro et al, 2018; Traldi; Rodrigues, 2022). Assim, a incipiente indústria eólica offshore era inserida nos investimentos privados do setor que já estavam aquecidos pelo avanço da indústria onshore, levando diversos países como Dinamarca, Suécia, Reino Unido e Estados Unidos a empenharem-se em estudos de viabilidade técnica-econômica para a aplicabilidade de projetos offshore em larga escala (Dutra, 2001). Como resultado, a primeira usina eólica offshore comercial do mundo é construída em Vindeby, na Dinamarca, em 1991, pela empresa dinamarquesa Elkraft, contendo onze turbinas de 450 KW cada. Ao longo do tempo, esta foi sendo seguida por países europeus que viam nos seus mares um potencial de rentabilidade no setor energético, como Países Baixos, Dinamarca, Suécia e Reino Unido (Dutra, 2001).

³⁸ Até o final de 1999, a capacidade instalada de energia eólica onshore na Alemanha somava um montante superior a 4,4 GW, com uma média de crescimento anual de 58% ao ano desde 1993. A produção anual de energia eólica alemã era de 8,5 milhões de MWh, equivalente a 2% do consumo de energia elétrica em todo país (Dutra, 2001).

Desta forma, a Europa tradicionalmente dominou este mercado, tendo gradualmente aumentado sua capacidade instalada de energia eólica offshore ao longo das primeiras duas décadas dos anos 2000, com uma taxa de crescimento anual de 483 MW (cerca de 36% de crescimento anual), como se pode verificar no Gráfico 10. Neste mesmo gráfico, se pode verificar que esse paulatino crescimento europeu é fortemente contrastado com a rapidez da expansão da capacidade instalada de energia eólica offshore da China, que em 2020 ultrapassa a Europa para, em apenas um ano, saltar em quase 340% de aumento na capacidade instalada, passando a liderar o desenvolvimento desta indústria pelos últimos seis anos seguidos.

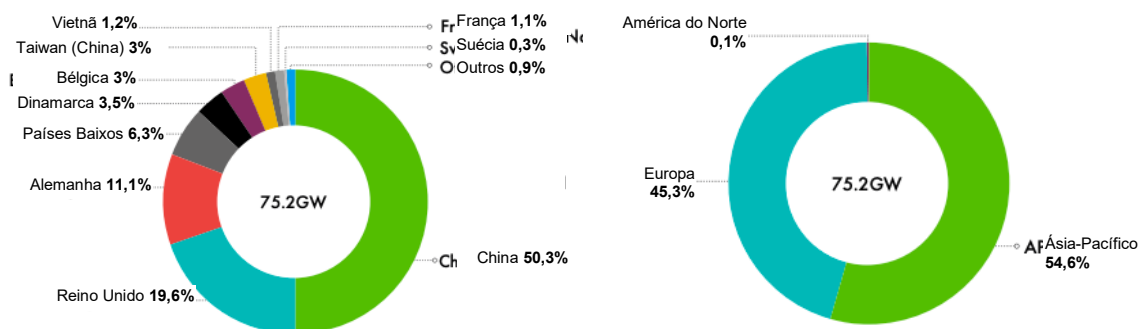
Gráfico 10 - Novas instalações de energia eólica offshore entre Europa, China e resto do mundo, em MW



Fonte: traduzido de GWEC (2024a)

Como resultado, a China possui em 2023 mais da metade dos 75,2 GW da capacidade instalada de energia eólica offshore, enquanto a Europa detém 45,3% do mercado mundial, sob liderança do Reino Unido e da Alemanha (GWEC, 2024a), conforme demonstrado no Gráfico 11. Essa porcentagem de domínio europeu do mercado mundial de geração de energia eólica offshore em 2023 representa uma queda de quase 43% desde 2018, ano que ocupava a liderança em capacidade instalada com 79% do mercado global (GWEC, 2019).

Gráfico 11 - Capacidade instalada de energia eólica offshore no mundo em 2023, por país (esquerda) e por região (direita)



Fonte: traduzido de GWEC (2024a)

Essa quantidade de energia gerada pelos ventos, apesar de ter crescido consideravelmente nos últimos anos, representa, junto da energia eólica onshore, apenas 8% da matriz elétrica global, frente aos 60% fósseis na eletricidade mundial (IEA, 2024a), e apenas 1% da matriz energética mundial frente aos 80% dominados pelos combustíveis fósseis (petróleo: 30%; carvão: 27%; gás natural: 23%) (IEA, 2024a). Desta forma, verifica-se que a produção de energia a partir dos ventos em alto-mar, apesar de já contar com algum avanço, ainda está em um estágio tecnológico e operacional consideravelmente inicial, estando o domínio de seu desenvolvimento em total disputa, haja vista a atual concorrência entre China e Europa.

Assim, a Europa se coloca na disputa pelo mercado eólico offshore global não pela sua capacidade produtiva, que é diminuta perto da massiva produtividade da China, mas sim pela sua diplomacia energética, na qual busca fechar parcerias de forma que a produção de energia renovável - e especificamente offshore - não seja produzida em território europeu, mas sim manufaturada e consumida dentro do continente. Nesse sentido, seu domínio tecnológico no setor eólico é um dos elementos principais que a colocam na disputa, uma vez que os fabricantes europeus são líderes internacionais na maioria dos componentes e das áreas tecnológicas-chave do setor eólico offshore, como as turbinas eólicas offshore, fundações, plataformas, embarcações e cabos (Castro et al, 2018).

Por mais que outrora seis³⁹ das dez principais empresas da indústria eólica global tenham sido europeias, atualmente quatro das maiores empresas fabricantes de turbinas eólicas offshore são sediadas na Europa, contra quatro chinesas, uma singapuriana e uma estadunidense (NREL, 2024). Apesar da concorrência chinesa ter sido acirrada, é inegável o amplo domínio europeu na indústria eólica offshore: apenas uma empresa, a espanhola-alemã Siemens Gamesa (SGRE), é responsável por quase metade de toda capacidade operacional global do setor (49,2%). Somando a Siemens Gamesa com a segunda principal empresa, a dinamarquesa Vestas (14,04%) - outrora líder (GWEC, 2019) -, contabiliza-se um total de 63,24% do mercado eólico offshore de 2023 em mãos europeias (NREL, 2024).

Outro elemento que indica o predomínio europeu no desenvolvimento tecnológico do setor, tendo em vista que no modo de produção capitalista o acúmulo de determinada tecnologia implica na delimitação de sua posse, é a parcela de patentes registradas. Dentre os dez países que mais possuem registros na International Patent Families (IPFs), sete são europeus, com Alemanha e Dinamarca na liderança, contrastando com a ampla liderança da China em patentes não-IPF, ou seja, não patenteadas internacionalmente, reforçando a estratégia chinesa de voltar sua produção de energia eólica offshore para o mercado doméstico (EPO; Irena, 2023).

A partir da análise do mercado de patentes da indústria eólica offshore, é possível identificar uma tendência crescente na produção de tecnologias para armazenamento de energia, de forma a combinar a atividade das usinas eólicas offshore à produção de hidrogênio. Segundo EPO e Irena (2023), nos últimos quatro anos, o número de IPFs dedicadas ao armazenamento de energia a partir dos ventos offshore foram quadruplicados; em 2022, foram registradas 90 invenções para este fim, dentre as quais 63% refere-se ao armazenamento utilizando hidrogênio produzido por eletrolisadores offshore no local. Estas patentes foram majoritariamente engajadas por quatro empresas: Vestas, Siemens, GE e Mitsubishi (EPO; Irena, 2023).

Desta forma, para que a indústria eólica offshore se insira de forma competitiva na cadeia global de valor, as corporações que compõem o monopólio desta indústria precisam experimentar essa tecnologia para além de suas fronteiras, de modo a criar as condições para que a indústria offshore ganhe escala. Desta forma, a Alemanha busca emplacar globalmente

³⁹ Siemens, EEW Group e ENERCON (Alemanha), Vestas e Dong Energy (Dinamarca), e Senvion (Luxemburgo) (Castro et al, 2018).

o sistema hidrogênio verde-eólicas offshore como tendência da atual transição energética, moldando sua diplomacia do hidrogênio de forma a apresentar o hidrogênio verde intimamente associado à indústria de energia eólica offshore.

Nesse sentido, a aposta da União Europeia é de voltar-se ao mercado externo e às suas articulações internacionais, de forma a garantir o aumento da capacidade instalada de energia eólica offshore a nível mundial. Um instrumento central para isso é a Aliança Global para a Energia Eólica Offshore (GOWA), fundada pelo Conselho Global de Energia Eólica (GWEC), pela Irena e pelo governo da Dinamarca. Essa iniciativa é composta por uma série de atores, dentre eles 20 parceiros governamentais – dentre eles o Brasil -, 4 empresas dinamarquesas⁴⁰ e 2 empresas britânicas⁴¹. Além disso, conta como fontes de investimento diversos bancos de desenvolvimento⁴², totalizando US\$ 1 bilhão de investimentos para a transição energética nos territórios de países emergentes (Eixos, 2022).

Assim, a GOWA se coloca na disputa pelos rumos da indústria de energias renováveis no mundo, visando a mobilizar os investimentos necessários para a concretização das metas dessa indústria, essas que não são pouco ambiciosas: de acordo com a Irena (2019b), entre 2018 e 2050 será necessário um investimento global na geração de energia eólica offshore de cerca de US\$ 2,75 trilhões, estes que serão implementados de forma gradual. Dentre as metas de ampliação da capacidade produtiva global, tem como meta o incremento de ao menos 380 GW até 2030, em um aumento anual de ao menos 70 GW, visando a alcançar o total de 71 mil GW de “recursos eólicos offshore tecnicamente extraíveis em todo mundo” em 2050 (GOWA, 2022). Esse aumento é vinculado ao hidrogênio verde, apresentando os mesmos fundamentos das estratégias europeia e alemã: baseia-se fundamentalmente em termos econômicos, não apresentando qualquer espaço de diálogo com outras instituições que não financeiras ou governamentais. Este é, portanto, mais um instrumento para globalizar a *Energiewende* alemã.

Assim, as organizações da cadeia de valor do hidrogênio verde-energia eólica offshore, como H2Global, a GIZ e a GOWA, desconsideram as potenciais alterações ecológicas no ambiente marinho que a atividade eólica em alto-mar pode gerar, entre as

⁴⁰ Ørsted, Vestas, Copenhagen Infrastructure Partners e Ramboll

⁴¹ Corio Generation e SSE Renewables

⁴² Banco Asiático de Investimento em Infraestrutura (AIIB), Masdar e Swiss Re, Abu Dhabi Fund for Development (ADFD), e BID

quais: i) impacto na dinâmica oceânica, levando ao aumento em 100% da eutrofização marinha; ii) extensão espacial dos campos eletromagnéticos antropogênicos, interferindo na navegação geomagnética de espécies de vertebrados; iii) criação de habitats artificiais, como o “efeito recife”, que representam uma ameaça à biodiversidade marinha; iv) dificuldades respiratórias e de capacidade de busca de alimentos por peixes; v) turbidez da água; vi) impacto auditivo cumulativo na vida marinha; vii) emissões químicas devido às medidas de proteção do maquinário; viii) alteração nas rotas migratórias de aves e aumento da mortalidade de aves (Alawady et al, 2024; Rahman; Kumar, 2024; Forastiero et al, 2024; Benitez et al, 2024).

Outro elemento que sequer é mencionado pelos relatórios corporativos é o aumento dos minerais atrelados à produção das usinas eólicas offshore, e quando o são, ressalta-se o caráter positivo do aquecimento de mais uma cadeia produtiva (Irena, 2019b). O que escapa às estatísticas do setor é que o aumento da atividade mineradora atrelada à transição energética tem culminado na intensificação de conflitos nos territórios os quais acontecem nas quais ocorre a extração, desencadeando disputas em torno de terra, água, saúde e trabalho (Wanderley et al, 2024; Leão; Aguiar, 2024). As usinas eólicas offshore podem intensificar ainda mais essa questão, uma vez que criam uma pegada total de materiais ainda maior que a onshore (Bonou et al, 2016). Uma usina de energia eólica offshore de 500 MW requer quase 700 mil toneladas em materiais metálicos e não-metálicos, sobretudo de aço, cobre, chumbo (Irena, 2019b).

Além disso, a aliança opta por ignorar a atual mobilização de opositores ao desenvolvimento da energia eólica, o que já é fonte de preocupação da BWE. Desde o início da consolidação da indústria eólica na Europa, as comunidades locais apresentaram resistências. Com a proliferação dos projetos e o acúmulo de danos sociais que foram se acumulando, protestos em diversos países da Europa, como Alemanha (Exner; Wetzel, 2016; Fischer, 2017), Noruega (Euronews, 2023b), Suécia (Haikola et al, 2024), Grécia (Rafenberg, 2024), Sardenha, França, Dinamarca, (Energynews, 2024), dentre outros (Calderbank, 2025; Haggett, 2011; White, 2022; Piebiem, s/d).

Essa organização popular rapidamente começa a gerar frutos, apresentando-se como um empecilho para a indústria eólica, como ocorrido na Alemanha em 2018. Após uma queda acentuada nas novas instalações de energia eólica onshore no país, a BWE alega que

as metas climáticas nacionais estão sendo ameaçadas pela crescente resistência contra novas turbinas, advertindo que uma oposição “cada vez mais profissional” se tornou um obstáculo sério para novos projetos (Amelang, 2019). Como resultado, as adições de novas usinas eólicas em terra caíram em 55% em 2018, principalmente devido a projetos que venceram leilões de energias renováveis em 2017, mas que ainda não haviam sido realizados por falta das permissões necessárias, já que, conforme expressou Wolfram Axthelm, então diretor da BWE, “uma licença já não garante segurança jurídica, pois praticamente todas as novas autorizações são contestadas na justiça” (Amelang, 2019, s/d - tradução nossa).

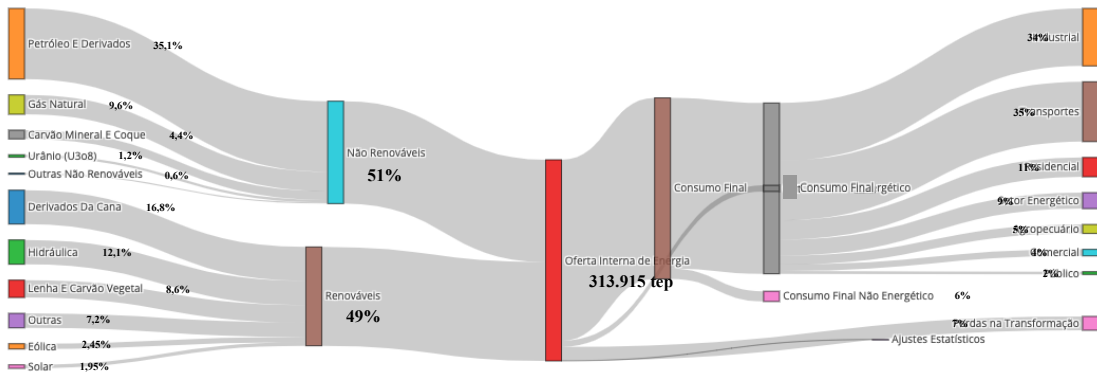
Conforme apresentado no levantamento de Hagget (2011), é possível identificar como principais elementos de oposição popular ao avanço da indústria eólica para o mar: i) impacto visual; ii) vínculo afetivo com o território; iii) descompasso entre os interesses nacionais e locais nos empreendimentos; iv) desconfiança quanto aos atores responsáveis pelo desenvolvimento do projeto, uma vez que se tratem de grandes companhias estrangeiras de energia; v) falta de engajamento das comunidades no planejamento dos empreendimentos e na participação das tomadas de decisão, devido à processos de consulta popular inadequados e insuficientes.

A partir desse panorama de insuficiência de estudos ambientais e resistência popular europeia frente ao avanço das indústrias eólicas, em geral, e offshore, em específico, contrastamos com o projeto de internacionalização da *Energiewende* da Alemanha via expansão da diplomacia alemã e europeia com países com “recursos naturais” apropriáveis, conforme amplamente apresentado e discutido ao longo deste capítulo. É nesse sentido que um dos principais países inseridos no radar dos países centrais para a exportação dessa indústria é o Brasil, cujos exuberantes índices de disponibilidade de recursos eólicos, combinados de elementos políticos, atraem fortemente investidores e governantes do Norte global. No próximo subcapítulo, analisaremos a conjuntura de incursão do projeto de expansão de hidrogênio verde via eólicas offshore da União Europeia e da Alemanha para dentro do território brasileiro, buscando evidenciar os elementos que fundamentam essa aproximação internacional e as diferentes implicações e estratégias dos setores mobilizados a nível nacional.

3.2 Uma promessa para a reindustrialização da economia brasileira: quais caminhos levam ao projeto do “combustível do futuro” no Brasil?

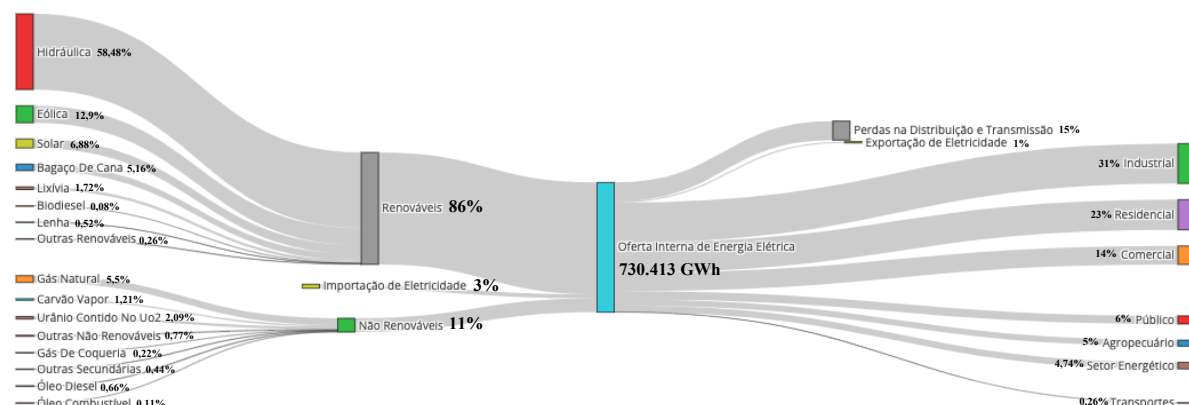
Os anseios expansionistas da indústria de renováveis se encontram com o Brasil e suas matrizes energética e elétrica com alta predominância de energias renováveis. Metade da oferta interna brasileira de energia é oriunda de fontes renováveis (49%) e a outra metade de fontes não renováveis (51%), sendo o petróleo e derivados a principal fonte de energia (35,1%), seguido de derivados da cana-de-açúcar (16,8%) e hidráulica (12,1%), conforme apresentado no Gráfico 12 (BEN, 2023). Desta forma, mesmo tendo como principal fonte do consumo final o setor de transportes (35%) (BEN, 2023), este que é altamente dependente de combustíveis fósseis, a matriz energética brasileira teve, em 2023, 4 vezes mais participação de energias renováveis que a média mundial (12%) (IEA, 2024).

Gráfico 12 - Fluxo energético brasileiro em 2023



Essa vantagem brasileira no escopo do Consenso da Descarbonização se intensifica ainda mais quando da análise da matriz elétrica, contando com 86% de energias renováveis, conforme Gráfico 13. Essa predominância de fontes renováveis se dá pela importância da energia hidrelétrica no país, esta que representa 58,48% da oferta interna de eletricidade, seguida pelas crescentes indústrias eólica (12,9%), solar (6,88%) e sucroenergética (5,16%) (BEN, 2023). A geração de energias não-renováveis é minoritária no consumo de eletricidade brasileiro, representando apenas 11% da oferta total, sendo majoritariamente composta pelo gás natural (5,5%), nuclear (2,09%) e carvão (1,21%) (BEN, 2024). Desta forma, o Brasil possuiu, em 2023, uma matriz elétrica 5 vezes mais renovável que a média mundial (17%) (IEA, 2024).

Gráfico 13 - Fluxo elétrico brasileiro em 2023



Fonte: adaptação de BEN (2023)

A fluência da economia brasileira com a geração de energia a partir de fontes renováveis faz com que o Brasil seja visto internacionalmente como um forte competidor na corrida global pela descarbonização, saltando aos olhos dos tomadores de decisão da transição energética corporativa. A base produtiva do país latino-americano conta com uma estrutura desfossilizada de larga escala, sendo o 3º maior produtor de energia renovável do planeta em termos absolutos, atrás apenas da China e dos Estados Unidos (Irena, 2024c). Conforme o Global Integrated Power Tracker, o Brasil ocupa o 2º lugar mundial em usinas de energia hidrelétrica em operação, o 2º lugar mundial de capacidade de produção de bioenergia - com liderança global de produção de biocombustíveis a partir do bagaço de cana -, 7º lugar mundial em usinas eólicas em operação, e 9º lugar mundial em usinas solares em operação (GEM, 2024). Como consequência da sua robusta indústria de renováveis, o Brasil ganha notoriedade global no debate ambiental entre autoridades mundiais e o setor privado, o que propicia a propagação de ideários como “celeiro energético do mundo” (CCEE, 2023; Racy, 2025), “Arábia Saudita da energia verde” (Gallas, 2023), “potência energética sustentável” (Tolmasquim, 2025), ou, nas palavras do presidente Lula, “a maior potência ambiental do mundo (Bitencourt et al, 2023)”.

Para além da indústria de energia hidrelétrica, esta que é consolidada há mais de um século na economia brasileira, a geração de energia eólica foi a segunda atividade de produção de energia renovável de grande porte que ganhou corpo no Brasil. O primeiro aerogerador a entrar em operação no país foi instalado no arquipélago de Fernando de

Noronha (PE), no ano de 1992. Esse primeiro empreendimento foi resultado da parceria entre o Centro Brasileiro de Energia Eólica (CBEE) e a Companhia Energética de Pernambuco (CELPE), com financiamento do instituto de pesquisas dinamarquês Folkecenter (Abeeólica, s/d).

A territorialização da indústria de energia eólica no Brasil⁴³ ocorreu, em um primeiro momento, como uma resposta à assim caracterizada crise nacional no abastecimento elétrico ocorrida em 2001, também conhecido como “apagão”, que levou ao racionamento da distribuição de energia. Esse evento expôs a dependência da política energética brasileira à matriz hidráulica (Rockmann; Mattos, 2021; Lima, 2022), levando o governo a investir em uma série de políticas públicas de diversificação da matriz elétrica nacional, resultando na criação do fracassado Programa Emergencial de Energia Eólica (Proeólica), e de sua versão reformada e mais exitosa, o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa).

Por mais que o Proinfa tenha sido um marco importante da história da política energética do país, ele contou com diversas limitações justamente por seu ineditismo frente às determinações do cenário econômico e tecnológico da época, levando à outorga de apenas 52 parques eólicos entre 2001 e 2008, e destes, apenas 9 postos em operação (Pereira, 2021). Foi apenas com a crise de 2008, no entanto, que a indústria eólica no Brasil ganhou escala, como resultado dos interesses do capital financeiro em diversificar seu portfólio de investimentos, bem como da necessidade dos países centrais, sobretudo europeus, de expandir pelo globo a capacidade de produção energética renovável, conforme explorado nas seções anteriores. Desta forma, em 2010, o crescimento da capacidade instalada de energia eólica foi, pela primeira vez, maior nos países periféricos em comparação aos países centrais (Traldi; Rodrigues, 2022).

Assim, como síntese dos processos de descarbonização da economia e da demanda por expansão territorial, a indústria de geração de energia eólica foi alavancada no Brasil, sobretudo a partir da década de 2010, sendo proliferada ao longo do território nacional. O formato de leilões de energia foi um elemento central para a consolidação deste modelo de

⁴³ Aqui utilizamos Lima (2022) para enfatizar que nosso estudo se trata da produção de energia eólica realizada “de modo concentrado e centralizado espacialmente, em grande escala e com grande potência instalada, não necessariamente próxima ao local de consumo” (p. 104). Assim, nossa delimitação de pesquisa não inclui a chamada geração distribuída ou descentralizada, realizada com menor capacidade de geração e próxima ou no próprio local de consumo, a qual representa outro projeto social, econômico e político.

produção, sendo utilizado por cada vez mais países na medida em que buscam promover projetos de grande escala. Assim, conforme explica Lima (2022), a promoção dos leilões de energia renovável despertou interesse no empresariado brasileiro e levou a uma reestruturação industrial de empresas que até o momento não tinham ligação direta com a produção elétrica no país, como setores da construção civil, metalurgia, petróleo e mineradoras. Nesse sentido, o mecanismo de leilões de renováveis atraiu a entrada de empresas e atores de outros setores produtivos não somente a nível nacional, mas sobretudo a nível internacional (Lima, 2022). Como resultado, em apenas 10 anos, a indústria eólica no Brasil auferiu mais de US\$ 42 bilhões (Abeeólica, s/d).

Desta forma, a indústria se consolida ao longo da década de 2010, estando em permanente ascensão, a ponto de chegar a uma marca de crescimento de capacidade instalada de 137.659,3% num espaço de dezessete anos (2005-2020), saltando de 22,1 MW para 30.449 MW (Abeeólica, 2024). Esse crescimento foi ainda mais acentuado a partir da segunda metade da década de 2010, a qual contou com uma expansão de 917,52% da capacidade instalada em dez anos, de 2012 a 2022. Em apenas seis anos, 456 novos projetos eólicos entraram em operação no Brasil, correspondendo a mais do que o dobro existente à época, passando de 284 usinas geradoras em 2015 (Aneel, 2015) para 755 em 2021 (Aneel, 2021), chegando em 2023 a 1.027 aerogeradores instalados e 30,45 GW de potência, (Abeeólica, 2024). A nível mundial, o país avançou consideravelmente no ranking mundial de capacidade eólica instalada, passando da 15ª posição, em 2012 (Abeeólica, 2020), para 6ª posição, em 2023 (Abeeólica, 2024).

Articulado ao âmbito comercial, a formação nacional da indústria eólica também requer um formato de implementação que leve em conta o fator espacial, uma vez que são apenas algumas porções da superfície terrestre que apresentam condições adequadas para extração do “recurso eólico”. Nesse sentido, torna-se fundamental a apropriação de áreas que disponham de características que tornem viáveis a maximização da exploração da atividade de produção energética, consistindo em um elemento central a disputa por estes territórios, em torno da qual as empresas do setor eólico empregam uma série de estratégias políticas.

Um dos primeiros movimentos foi o aprimoramento e intensificação de estudos, que ocorriam desde o final dos anos 1970, para mapear as regiões mais adequadas para a

atividade eólica. Assim, conforme descreve Lima (2022), uma sequência de distintos “atlas do potencial eólico” eram progressivamente publicados, com objetivo de inventariar e demarcar os territórios mais rentáveis, sob iniciativa de governos estaduais e do governo federal, sobretudo por meio do Ministério de Minas e Energia (MMA), o Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (CEPEL) e a então estatal Eletrobrás, além do apoio de distribuidoras de energia e de empresas estrangeiras do setor, como as alemãs Wobben Windpower e a Camargo Schubert, e a estadunidense TrueWind Solutions (Lima, 2022).

Como resultado, os estudos apontavam para o grande potencial de geração eólica da região Nordeste do Brasil, que possuía condições favoráveis tanto em áreas litorâneas quanto no interior do estado, bem como porções do estado do Rio Grande do Sul. A região litorânea setentrional do Nordeste ganhava especial protagonismo, a qual foi atribuída características particulares em termos globais, cuja capacidade real de geração média superior a 40%, podendo chegar até 70%, em comparação com o limite mundial de 25% (MME, 2023a; Abeeólica, 2019).

Assim, a territorialização da indústria eólica no Brasil foi historicamente direcionada para a região Nordeste, cuja geração de energia eólica é hoje próxima à totalidade da geração nacional, correspondendo a 92% da produção no país (Abeeólica, 2024). Dentre os cinco estados que mais produzem energia eólica, quatro são nordestinos: Bahia, Ceará, Rio Grande do Norte e Piauí, junto ao Rio Grande do Sul (Aneel, 2021). Mesmo concentrando praticamente todo potencial nacional de geração de energia eólica, o Nordeste também é a região que apresenta maior taxa de crescimento, havendo uma expansão em 19% de 2022 para 2023, acima da média nacional de 16,3% (Abeeólica, 2024). Desta forma, a capacidade de produção da região vem sucessivamente escalando, chegando em uma semana a superar seu próprio recorde de geração, chegando a um pico de 19,083 GW de potência⁴⁴ (MME, 2024a).

Conforme sintetizado por Traldi e Rodrigues (2022, p. 36) “falar da produção de energia é falar da apropriação e do controle de territórios”. Nesse sentido, o fato do espaço nordestino representar 82,66% dos 243.440,94 hectares de terras apropriados para a geração

⁴⁴ Em 1º de agosto de 2024, o Nordeste registrou 19,083 GW de potência, superando os 19,028 GW alcançados quatro dias antes. De acordo com o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), o pico atingido seria capaz de abastecer todo o Nordeste, e ainda atender os estados do Rio de Janeiro e Goiás (MME, 2024a).

de energia eólica no país (Cruz Maurício, 2023) nos permite assumir que a organização fundiária do Nordeste é um elemento que se soma ao acentuado potencial eólico no protagonismo da região no avanço dessa indústria. Ao ser marginalizado da expansão capitalista ao longo da história da expansão colonial, devido à dificuldade do desenvolvimento das atividades produtivas de interesse metropolitano, o semi-árido nordestino foi lido como uma vasta reserva territorial a ser valorizado quando lhes fosse conveniente (Traldi; Rodrigues, 2022), ou seja, quando o desenvolvimento tecnológico permitisse torna-lo rentável e interessante politicamente.

Nesse sentido, não é por acaso que a região do semi-árido tenha sido a primeira a porção do Nordeste a qual a indústria eólica adentrou. Conforme sinalizado por Lima (2022), a escolha dos lugares de instalação dos megaempreendimentos do setor energético foi historicamente orientada pela noção herdada do período colonial de que estes territórios são “vazios ecológicos” ou “desertos sociais”. Assim, era legitimada a chegada de complexos técnico-industriais ao país que desencadeasse na transformação de áreas de uso comum em latifúndios, uma vez que não era priorizada a função social do avanço tecnológico para a população local. A partir disso, Cruz Maurício (2023) denuncia a invenção do “Nordeste eólico”, pois essa narrativa serve de linha auxiliar para a penetração da inovação tecnológica no campo sem a alteração da estrutura fundiária concentradora.

Nessa esteira, a análise do desenvolvimento dessa indústria no Brasil nos permite identificar estratégias refinadas de controle da terra e forças da natureza específicas deste setor, estas que justamente lhe permitem ganhar corpo e escala (Traldi; Rodrigues, 2022). Ao se adaptar aos limites da legislação nacional para se realizar enquanto método de apropriação de controle, Traldi e Rodrigues (2022) identificaram uma série de consequências dos métodos de incursão da indústria eólica no semi-árido nordestino via contratos de arrendamento. Como resultado de sua pesquisa, identificaram-se: i) supressão de direitos trabalhistas; ii) rompimento das relações que estruturam as comunidades locais com métodos como cláusula de sigilo; iii) ocultamento de informações para a comunidade local; iv) profunda desigualdade na distribuição dos lucros, e v) estrangeirização de terras (Traldi; Rodrigues, 2022).

Nesse sentido, os contratos de arrendamento para territorialização da indústria eólica no Brasil consistem em instrumentos de controle sobre a terra finamente elaborados para

garantir a apropriação privada dos ventos em nome da transição energética. Diante disso, a literatura especializada avalia que a expansão da indústria de renováveis, em geral, e da indústria de energia eólica, em específico, se viabilizou por meio de mecanismos de *green grabbing*, uma vez que, em se tratando de uma atividade produtiva que possua maior legitimidade e mais condições de financiamento por ser enquadrada como uma atividade de baixa emissão de carbono, tenha mais sucesso em se apropriar e controlar estes territórios, sem que haja como contrapartida a alteração das estruturas fundiária, social, econômica e política em favor das populações locais (Fairhead et al, 2012; Sauer; Borrás, 2016; Araújo et al, 2020; Sovacool, 2021; Stock; Birkenholtz, 2021; Traldi; Rodrigues, 2022; Cruz Maurício, 2023; Klingler et al, 2024).

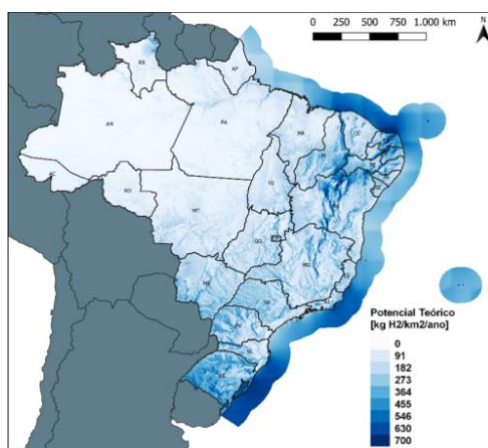
Como resultado, a indústria eólica no Brasil se apresenta para os investidores, nacionais e estrangeiros, como uma alternativa rentável à sua necessidade de diversificação de ativos e de expansão territorial para desenvolvimento tecnológico e produtivo. Isso se torna nítido ao analisar o montante de investimentos que a indústria de geração de energia eólica movimenta: de 2012 a 2023, o investimento total do setor somou-se em cerca de R\$ 48,58 bilhões, sendo a indústria de energia renovável que mais cresceu em 2023 no Brasil (Abeeólica, 2024).

A expansão dos investimentos na energia eólica brasileira se explica não apenas pelo aumento da capacidade instalada das já consolidadas eólicas onshore, mas também pela diversificação territorial da atividade produtiva do setor. Os interesses desta indústria para o Brasil começam a migrar da terra para o mar, sendo cada vez mais o país cotado como um dos futuros mercados mundiais de energia eólica offshore (ESMAP, 2019; GWEC, 2020). Os estudos da produtividade de geração de energia eólica offshore no litoral brasileiro buscaram por regiões que possuem características propícias para o desenvolvimento dessa indústria, como plataformas continentais inferiores a 50 metros de profundidade, e média de velocidade do vento superior a 7 m/s.

A partir disso, o Banco Mundial (ESMAP, 2019) sinaliza as três regiões da costa brasileira que atendem estes critérios, que são: i) a costa nordestina (de São Luís, no Maranhão, até Natal, no Rio Grande do Norte), que possui velocidades de vento médias de 9 m/s, potencial técnico de 237 GW para fundações fixas; ii) a costa sudestina (do sul do Espírito Santo até o Rio de Janeiro), com registros de velocidades de vento até 8,5 m/s,

potencial técnico de 67 GW para fundações fixas e 227 GW para fundações flutuantes, e iii) a costa sulista (do sul de Santa Catarina até a fronteira gaúcha com o Uruguai), que possui as melhores condições climáticas, com velocidades de vento superiores a 9 m/s, e potencial técnico de 173 GW para fundações fixas e 430 GW para fundações flutuantes. Ao articular a geração de energia eólica offshore com o potencial de produção de hidrogênio verde no Brasil, ao levar em conta o consumo de energia médio dos eletrolisadores (56,42 kWh/kg), Castro et al (2023) identificaram o elevado potencial teórico de produção de hidrogênio verde nessas três regiões, podendo chegar a 700 kg de hidrogênio por km², como se pode observar no Mapa 4.

Mapa 4 - Potencial teórico de produção de hidrogênio verde com energia eólica offshore



Fonte: Castro et al, 2023

Tendo em vista que se trata de um campo de estudos recente, os resultados acerca da competitividade de cada região do país podem variar, apesar de haver consenso sobre as três regiões mais favoráveis. Desta forma, a metodologia empregada por Ozato et al (2023), que cruza dados de capacidade produtiva e possibilidade de tributação, apresenta como resultado o Nordeste como a região com maior potencial eólico offshore do Brasil, sendo as regiões costeiras do Rio Grande do Sul e do Rio de Janeiro competitivas, porém inferiores ao Nordeste. A região Nordeste também é mais viável tecnicamente no atual estágio de desenvolvimento da indústria, uma vez que apresente o maior potencial de geração de energia por meio de fundações fixas (monopilares), estas que já estão em um grau mais avançado de maturidade tecnológica. Já Tavares et al (2020) apontam para a costa do Rio

Grande do Sul como uma aposta a longo prazo, uma vez que seu potencial técnico seja preponderante na aplicação de fundações flutuantes, bem como apresente a maior capacidade produtiva em menor área.

A partir dos estudos de potencial técnico de geração de energia eólica offshore em mercados emergentes, o Brasil é recorrentemente apresentado como líder, sendo o país que apresenta cerca de 40% da capacidade técnica total - fundações fixas e flutuantes - entre os oito países estudados pelo Banco Mundial (ESMAP, 2019). Nessa linha, o Global Energy Monitor sinaliza que o Brasil “possui mais capacidade de energia eólica offshore em desenvolvimento do que qualquer outro país no mundo” (GEM, 2024, p. 7 - tradução nossa). O país ultrapassa até mesmo a China, esta que, dentre os países dos BRICS, representa 31% da capacidade em desenvolvimento, frente aos 67% do Brasil, devido à sua extensa linha costeira, abundantes recursos eólicos e águas rasas próximas à costa (GEM, 2024).

Essa capacidade de geração de energia renovável se converte em expectativas do Brasil viabilizar as almejadas projeções de crescimento da indústria de energia renovável, sobretudo no que diz respeito às atuais tendências da transição energética. De acordo com a BloombergNEF (2024), o Brasil foi o terceiro país do mundo a atrair investimentos em energias renováveis em 2023, somando um total de US\$ 25 bilhões. Nesse sentido, a transição energética tem ganhado espaço dentro do setor privado no Brasil, conforme levantamento da consultoria Deloitte (2024b), no qual um quarto das empresas alega planejar migrar para processos focados em energias renováveis. Dentre as fontes priorizadas pelo empresariado, a solar fotovoltaica está na liderança (84%), seguida pela eólica (35%) e hidrogênio verde (20%), bem como gás natural (14%), biomassa (14%), geotérmica (3%) e ondomotriz (1%) (Deloitte, 2024b).

As empresas que apresentaram interesse em aderir à transição energética são, em sua maioria (43%), corporações que possuem um faturamento mais elevado (acima de R\$ 1 bilhão) - majoritariamente as dos setores extrativo e de transformação. Isso se contrasta com as empresas de menor faturamento (até R\$ 250 milhões), que em sua grande maioria não pretendem realizar a transição energética (Deloitte, 2024b). O principal motivo que as corporações favoráveis à transição energética apresentam como vantajosa é, além do impacto ambiental, melhorar a imagem da empresa (59%), seguido de redução de custos (54%). Outras razões são inovação tecnológica (41%), atração de clientes (38%), aumento

de competitividade (38%), redução de custos na produção (25%), e incentivos fiscais (25%) (Deloitte, 2024b).

Nesse sentido, o debate corporativo global convoca o Brasil a participar do novo ciclo da transição energética internacional, que pode ser caracterizado como uma “segunda onda da transição energética”, conforme mencionado por diversas autoridades brasileiras, como a diretora de Infraestrutura do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), Luciana Costa (Oliveira, 2024a), e a assessora especial do MME, Mariana Espécie (MME, 2024b). Assim, dentre as novas tendências que circulam pelo corporativismo energético, conforme levantamento do MIT Technology Review, são destacados para o Brasil o desenvolvimento de: i) hidrogênio verde, pela abundância de recursos solar e eólico; ii) combustível sustentável de aviação (SAF), pelo alto potencial de produção de biomassa, e iii) geração solar distribuída, pelo crescimento da produção solar nacional (Schuck, 2024).

Assim, essa nova fronteira da transição energética brasileira se dá em consonância com o projeto de transição energética europeu, no qual o setor de transportes é um dos principais alvos de descarbonização. A eletricidade direta é, assim como o plano energético dos países centrais, uma das principais apostas, apresentando uma expectativa de eletrificação dos veículos leves no país de 32% a 62% até 2035 (BCG; Anfavea, 2024). Desta forma, a necessidade de complementar a eletricidade direta nos setores que ela não alcança, os biocombustíveis e a eletrificação indireta se tornam a nova tendência da transição energética brasileira, sendo esta “nova onda” construída pelo empresariado nacional e internacional de forma a emplacar novas *commodities*, como biometano, diesel verde, etanol de segunda geração, SAF e hidrogênio verde.

Na mesma medida que as apostas corporativas para biocombustíveis e hidrogênio verde crescem no Brasil, empresários da indústria eólica nacional se preocupam com a queda do crescimento do setor, tendência que é apontada desde 2016 (Costa; Teixeira, 2016), tendo se intensificado a partir de 2022. Depois de um histórico crescimento da capacidade instalada de energia eólica, Elbia Gannoum, presidente da Associação Brasileira de Energia Eólica (Abecólica), aponta para uma forte redução nos contratos de energia do setor (Estúdio Eixos, 2024a).

A indústria aponta que a crise “de intensidade jamais vista” (Estúdio Eixos, 2024a) teve base no cancelamento de leilões regulados, desencadeando na desaceleração da indústria de equipamentos para o setor. Como resultado, é sinalizada uma queda de 31,25% de crescimento da potência gerada em 2024 (76 usinas com 3,3 GW), em relação ao ano anterior (123 usinas com 4,8 GW) (Moir, 2025), bem como a estimativa de 2,5 mil demissões no país desde 2022 (Ítalo, 2024a), em um cenário que Gannoum prevê que se alongará até 2027 (Estúdio Eixos, 2024a; Moir, 2025). Isso se posiciona num contexto de concorrência entre as indústrias de renováveis, na medida em que a energia solar fotovoltaica tenha ultrapassado a energia eólica na matriz elétrica brasileira em 2023, passando a assumir o 2º lugar em capacidade instalada total (Absolar, 2023).

Essa desaceleração - que vale enfatizar, nunca se tratou de uma redução absoluta, estando em permanente expansão - demonstra o resultado do histórico do avanço de indústria eólica no Brasil, o qual foi voltado substancialmente para o impulsionamento da oferta, por meio de leilões. Não houve um planejamento da indústria nacional robusto, que integrasse os diversos setores da indústria nacional e que envolvesse o conjunto da sociedade na formulação da nova fronteira industrial e tecnológica, processo esse que não só poderia vincular a oferta à demanda, mas o poderia fazer a partir da demanda popular. À luz das reflexões de Bertinard et al (2020), identificamos que os leilões realizados no final dos anos 2000, que foram responsáveis pelo impulsionamento a indústria eólica no Brasil, foram configurados de modo a atender exclusivamente: i) os interesses mais imediatos do setor privado, que, impressionados com a “onda” eólica nas primeiras décadas do século, direcionaram suas apostas no crescimento da capacidade instalada, e ii) os interesses do governo federal, que viu no “boom” das eólicas uma via econômica e ambientalmente plausível para direcionar sua política energética, apostando numa política industrial baseada na livre concorrência e na atração de investidores estrangeiros, sem participação popular.

Esse cenário torna o terreno cada vez mais fértil para o avanço do sistema hidrogênio verde-eólicas offshore, já que, no contexto da “segunda onda da transição energética”, esta se torna uma das opções de descarbonização de setores *hard-to-abate*. Nesse sentido, a diplomacia do hidrogênio alemã, que já trabalhava no país há alguns anos, conquista de forma mais sólida o interesse do empresariado brasileiro em 2023, na medida em que progressivamente credita-se ao sistema hidrogênio verde-eólicas offshore a recuperação da

expectativa de crescimento da indústria eólica brasileira, uma vez que o avanço desse projeto consista em uma fronteira de apropriação até então inexplorada.

A relação entre os dois países para o compartilhamento de uma agenda energética em comum tem como marco a Parceria Energética Brasil-Alemanha, promovida pelo BMZ e implementada pela GIZ. Fundada em 2008, a parceria foi relançada em 2017 (GIZ, 2022b), com previsão de duração até 2022, fazendo parte do projeto global "Apoio às Parcerias Energéticas Bilaterais em Países em Desenvolvimento e Emergentes", no qual a Alemanha promove relações com países periféricos para manter um diálogo permanente em relação às suas políticas energéticas. No caso brasileiro, um dos elementos chave dessa parceria foi a criação de um secretariado permanente, com sede em Brasília, que serve como uma plataforma para manter um primeiro ponto de contato e um fluxo de informações regulares sobre energias renováveis, bioenergia e eficiência energética entre Brasília e Berlim. Como forma de selar essa parceria, foram estabelecidos dois grupos de trabalho: um para eficiência energética, e outro para energias renováveis (GIZ, 2022c).

Para manter essa relação, a Alemanha se coloca na posição de apoiar a política energética brasileira promovendo seminários, workshops, conferências e estudos sobre modelos de leilão, concepção do mercado e flexibilização no setor da energia e eficiência energética na indústria, tendo essa agenda se intensificado a partir de 2020 (GIZ, 2022b), com destaque para o lançamento do “Mapeamento do Setor de Hidrogênio Brasileiro” (GIZ, 2021b). Além desse estudo, a GIZ menciona a Jornada Brasil-Alemanha da Energia como o marco de maior expressão deste intercâmbio, tendo ocorrido uma edição em São Paulo (maio de 2018) e outra no Rio de Janeiro (julho de 2019). Além de eventos e iniciativas mais amplas, a Parceria Energética Brasil-Alemanha conta com reuniões regulares de menor dimensão com atores políticos “de alto nível”, empresários, associações e instituições financeiras (GIZ, 2022).

Tendo esse contexto em vista, a incursão de instituições alemãs no Brasil assume outro patamar a partir de 2020. A promoção de eventos para reunir o setor privado e parcelas da comunidade científica para realizar debates técnicos sobre o tema foi desde o princípio um método central da incidência da propaganda da NHS no Brasil. O 1º Congresso Brasil-Alemanha de Hidrogênio Verde foi um dos primeiros eventos de maior alcance, tendo ocorrido nos dias 5 e 6 de outubro de 2020, menos de quatro meses depois do lançamento

da NHS, em 10 de junho de 2020. O evento, operado de modo virtual por conta da Covid-19, foi promovido pela AHK-São Paulo e apoio da AHK-Rio de Janeiro, e pela GIZ, bem como com o apoio das empresas alemãs Thyssenkrupp e Siemens Energy (Castro, 2020).

Esse evento foi um marco importante da diplomacia do hidrogênio da Alemanha para o Brasil, uma vez que nele tenha sido anunciada a Aliança Brasil-Alemanha para o Hidrogênio Verde, fundada em agosto de 2020 pela AHK-São Paulo e AHK-Rio de Janeiro, com o objetivo de promover parcerias entre empresas brasileiras e alemãs para a produção e fornecimento do hidrogênio verde para a Alemanha (Batagliotti, 2021). Embebida na máxima de que “a Alemanha, com suas tecnologias de ponta e capital de investimento, e o Brasil, com seus recursos naturais riquíssimos, formam a combinação ideal para um cenário em que todos ganham” (Batagliotti, 2021, p. 27), a Aliança Brasil-Alemanha para o Hidrogênio Verde consiste no mecanismo central do país europeu para incidir no empresariado, nos centros de pesquisa científica e no governo brasileiros, de modo a inseri-lo na ISHHD. Desta forma, a aliança assume a tarefa de promover diversas iniciativas e ações, como pesquisas, materiais informativos, workshops e eventos, para encontrar empresas estrangeiras que queiram investir no território brasileiro, e empresas que queiram produzir e fornecer hidrogênio verde produzido no Brasil para a Alemanha (AHK Brasil, 2021). Entre 2019 e 2021, a aliança publicizou 10 principais atividades realizadas para a promoção de sua estratégia, dentre elas 7 eventos e 3 iniciativas de informação e comunicação. Além disso, uma de suas principais ações foi a criação do portal H2Verde Brasil, que visa a ser um espaço de informação e reunião dos atores do setor.

A aliança integra uma rede de iniciativas de promoção da diplomacia do hidrogênio verde entre os dois países, as quais possuem a GIZ como agente comum de promoção. Um dos projetos que visaram a consolidar o hidrogênio verde na disputa da transição energética no Brasil foi o DKTI (Parceria Brasil-Alemanha - Tecnologias de Armazenamento Energético). Este projeto, que é direcionado para incidir diretamente no Brasil por meio da parceria com o MME e sob comissionamento do BMZ, possuiu duração de 2019 a 2022 e contou com um investimento de € 5 milhões (GIZ, 2021a), com o objetivo único do “governo brasileiro fazer amplo uso de tecnologias de armazenamento de energia” (GIZ, 2021a, p. 2).

A partir disso, a GIZ avança na execução da política alemã por meio da operacionalização do projeto específico para o Brasil dentro do âmbito do H2 Global, sendo

assim implementado o H2 Brasil. Este projeto, mais ambicioso que o DKTI, visou a incidir politicamente no Brasil de forma mais sólida e eficiente, estabelecendo como objetivo principal que “as condições legais, institucionais e tecnológicas para o desenvolvimento do mercado do hidrogênio verde no Brasil sejam aprimoradas” (GIZ, 2023, p. 1).

Nesse sentido, o H2 Brasil, também sob encargo do BMZ, teve sua duração entre 2021 e 2023 e contou com um orçamento de € 34 milhões, de forma a dar conta da maior abrangência e mais elevada intensidade da incidência política da Alemanha no Brasil. Desta forma, o H2 Brasil contou com uma rede de parceiros bastante ampla, de forma a penetrar um número maior de instituições brasileiras e que abrangessem mais setores da sociedade brasileira, dentre os quais são: i) MME; ii) Empresa de Pesquisa Energética (EPE); iii) ONS; iv) Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL); v) Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI); vi) AHK; vii) empresas, viii) universidades federais (GIZ, 2023).

Ao analisar o trabalho das cinco frentes de trabalho da H2 Brasil, destacamos alguns elementos: i) o viés propagandístico e panfletário do programa; ii) o foco em instalação de laboratórios e intercâmbios, não sendo mencionados planos de transferência de tecnologia ou de propriedade intelectual, e iii) exclusão de atores como movimentos sociais e pesquisadores que façam o debate a partir de uma perspectiva socioambiental. Isso demonstra que a estratégia da cooperação alemã é voltada sobretudo para a mobilização do setor privado e de entes governamentais à adesão do sistema hidrogênio verde-eólicas offshore, relegando à sociedade civil apenas o espaço de instrumentalização técnica, via universidades (GIZ, 2023).

Reside em outra competência do projeto, no entanto, o ponto fundamental que revela com bastante nitidez o caráter da incidência alemã na política brasileira. A GIZ apresenta como abordagem da frente de trabalho de “condições estruturantes” a pretensão de “elaborar cenários de planejamento energético, apontar necessidades no marco regulatório atual e analisar a implementação de um sistema de certificação de H2V no país” (GIZ, 2023, p. 1). Aqui é demonstrada a implementação dos objetivos do NHS e do ISHHD, no qual se busca promover o alinhamento da estratégia brasileira para o hidrogênio à legislação alemã.

Essa última atribuição do programa da H2 Brasil aponta diretamente para o seu primeiro objetivo mais concreto: a realização de um marco normativo para regular o sistema hidrogênio verde-eólicas offshore. O fato da agenda regulatória assumir na diplomacia do

hidrogênio verde alemão um papel tão central, demonstra que a Alemanha se insere no contexto da liberalização do comércio internacional dos chamados “novos temas” - dentre eles o meio ambiente -, no qual existe uma tendência de adensamento jurídico para essa nova fronteira das relações internacionais (Badin, Taschetto, 2013). Desta forma, os organismos alemães para incidência externa estabelecem, no ritmo altamente acelerado do mercado internacional e da disputa interimperialista, a mobilização do conjunto da sociedade brasileira para estabelecer o marco regulatório brasileiro do setor, uma vez que trazer para sua esfera de influência as regras desse mercado ainda emergente seja tão decisivo na disputa de hegemonia do atual estágio do capital.

A pressa e a pressão para elaborar o marco regulatório no Brasil foram os motivadores dos esforços de diversas organizações internacionais entre 2021 e 2023. A partir do H2 Brasil, junto com a atuação da autodenominada “parceira oficial na transição energética brasileira”, a AHK, a Alemanha implementa uma ampla e intensa agenda de incidência política em diversas instituições brasileiras. Por meio de um intensivo impulsionamento, sobretudo no ano de 2023, de iniciativas de PD&I, parcerias técnicas, estudos e *networking*, o país busca ativamente balizar e definir o teor do debate público sobre a regulamentação nacional dessa indústria, com vistas a orientar o conteúdo e o ritmo de aplicação do marco regulatório acerca do setor. Diante do trabalho conjunto da GIZ e AHK, o hidrogênio verde rapidamente enche os olhos de diversas instituições de ensino e pesquisa federais, sindicatos e empresas brasileiras, sendo recorrentemente alcunhado como “o combustível do futuro”.

Como em outros momentos na história do país, a entrada do capital internacional no Brasil requereria a intermediação de setores da burguesia nacional. Nesse sentido, o avanço da estratégia alemã requer a mobilização do grupo de *stakeholders* que representam o “PIB do hidrogênio verde”, conforme denominado por Frederico Freitas, secretário de Hidrogênio Verde do Instituto Nacional de Energia Limpa (Inel), uma vez que, de acordo com Freitas, “se algum projeto for rodar nos próximos dois anos – e vai – será pelas mãos dessas empresas” (Machado, 2023a, s/p). Assim, as instituições alemãs se voltam para a tarefa de atrair empresas como Vale, AES Brasil, EDP Raízen, Huawei, Nova Engevix, Quinto Energy, Thyssenkrupp e Unigel para seu projeto de expansão da indústria de hidrogênio

verde, buscando emplaca-lo como tendência incontornável para que as corporações sejam integradas à transição energética.

O elemento que é mais utilizado para mobilizar o empresariado brasileiro para a adesão ao projeto europeu é a promessa do Brasil fornecer o hidrogênio verde mais barato do mundo até 2030, como ressoado pela diretora de infraestrutura do BNDES (Estadão, 2024). A fonte mais evocada na mídia para validar essa projeção é um estudo realizado pela BloombergNEF (BNEF), o qual não está disponível para amplo acesso. De acordo com a Folha de S. Paulo, nesse estudo a BNEF projeta que o Brasil será um dos únicos países capazes de oferecer hidrogênio verde a um custo inferior a US\$ 1 por quilo, podendo cair para US\$ 0,55 por quilo em 2050 (Bethônico, 2023). A promessa do hidrogênio verde brasileiro barato tem como um dos principais motivadores o fato do Brasil possuir um dos menores custos marginais de produção de energia renovável no mundo, barateando a eletrólise (Matos; Bitencourt, 2023).

Na mesma linha de projeções, estudos da Associação Brasileira da Indústria do Hidrogênio Verde (ABIHV) estimam um superávit de R\$ 75 bilhões até 2030 e geração de 200 mil novos postos de emprego, além de prever uma arrecadação de R\$ 866 bilhões para os cofres públicos por conta dos investimentos esperados até 2050 e um impacto de R\$ 7 trilhões no PIB nacional (Delgado, 2024). A ampla divulgação dessas projeções tem como efeito o aquecimento dos motores do empresariado brasileiro para entrar da competição internacional pelo menor custo de produção do hidrogênio verde. Nessa corrida, busca-se que o hidrogênio verde se torne mais competitivo frente a outras rotas tecnológicas do hidrogênio que envolvam combustíveis fósseis, de modo que a atenuar a diferença entre os custos do hidrogênio verde (média global de US\$ 5 a US\$ 6 por quilo) e do hidrogênio cinza (US\$ 1,5 a US\$ 2 por quilo) (Leitão, 2024).

A competição internacional pelo menor custo de produção do hidrogênio verde ganha maior visibilidade e intensidade no empresariado brasileiro em 2023 por conta dos efeitos do primeiro leilão da HINT.CO, realizado no final de 2022. A possibilidade de participar das próximas edições deste leilão se torna um dos objetivos dos atores do mercado nacional, uma vez que o vencedor deste leilão tem viabilizada a contratação e comercialização de hidrogênio verde e seus derivados por contratos de longo prazo (Romeiro, 2023). Desta

forma, a possibilidade de participar dos próximos leilões da HIN.TCO aumenta o estímulo no setor privado para acelerar a hidrogênio verde em larga escala no Brasil.

Com a expansão da indústria nacional de renováveis e, posteriormente, com o avanço do hidrogênio verde, as empresas relacionadas a estes setores foram sucessivamente se organizando em associações patronais. Organizadas, as associações assumem a função de representar os interesses das distintas parcelas da cadeia de valor de acordo com suas necessidades econômicas e políticas, buscando criar uma ação coordenada para influenciar as discussões econômicas e políticas do setor e orientar o fomento das energias renováveis e o hidrogênio verde, sobretudo no que diz respeito ao marco regulatório destas atividades. Identificamos oito principais associações que estão diretamente relacionadas com a promoção da agenda alemã, conforme sistematizado no Quadro 2, embora não sejam as únicas.

Quadro 2 - Associações patronais relacionadas ao lobby do hidrogênio verde-eólicas offshore no Brasil

Associação	Fundação	Nº Associados	Parcerias internacionais
Associação Brasileira de Energia Eólica e Novas Tecnologias (Abeeólica)	2002	Mais de 140 empresas	GWEC; IRENA; Pacto Global ONU Brasil; European Wind Energy Association (EWEA) - Europa; American Wind Energy Association (AWEA) - EUA; Asociación Empresarial Eólica (AEE) - Espanha; Asociación Argentina de Energía Eólica (AAEE) - Argentina; Asociación Uruguaya de Energía Eólica (AUdEE) – Uruguai; Asociación Chilena de Energías Renovables (ACERA) - Chile.
Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (Absolar)	2013	Mais de 500 empresas e organizações	C40 Cities Finance Facility (CFF) - C40 e GIZ; Hydrogen for Development Partnership (H4D) - ESMAP/Banco Mundial; German Solar Association (BSW) – Alemanha; Smart Energy Council (SEC) – Austrália; Syndicat Des Énergies Renouvelables (SER) – França; Center for International Economic and Technological Cooperation (CIETC) – China; China Photovoltaic Industry Association (CPIA) – China; GIZ – Alemanha; National Solar Energy Federation of India (NSEFI) – Índia; The Solar Energy Industries Association

			(SEIA) – EUA; SolarPower Europe – Europa; Unión Española Fotovoltaica (UNEF) - Espanha
Associação Brasileira do Biogás e do Biometano (Abiogás)	2013	Mais de 165 empresas	Não foram encontradas.
Associação Brasileira do Hidrogênio (ABH2)	2017	88 empresas	International Partnership for Hydrogen and Fuel Cells in the Economy (IPHE); Netherlands Innovation Network (NIN)
Associação Brasileira de Eólicas Marítimas (Abemar)	2019	6 empresas associadas no ato de criação. Não foram encontradas informações oficiais sobre o atual quadro de associados. ⁴⁵	Não foram encontradas.
Associação Brasileira de Hidrogênio e Combustíveis Sustentáveis (ABHIC)	2023	7 empresas	Associação Alemã de Hidrogênio e Células de Combustível (DWV); Mission Hydrogen; Renewables Academy (RENAC)
Associação Brasileira da Indústria do Hidrogênio Verde (ABIHV)	2023	35 empresas	LAC Clean Hydrogen Action Alliance
Associação Brasileira de Hidrogênio e Amônia Verdes (ABHAV)	2023	15 empresas associadas no ato de criação. Não foram encontradas informações sobre o atual quadro de associados.	Não foram encontradas.

Fonte: elaboração própria a partir de Abeeólica (2025), Absolar (2025), Abiogás (2025), ABH2 (2025), Eixos (2019), ABIHV (2025), ABHAV (2025), GNBLAW (2023), ABHIC (2025).

Dentre as entidades estudadas, a associação mais influente neste lobby é a Abeeólica. Essa entidade, apesar de não ser a líder em número de associados, conta com um número sólido de empresas vinculadas (mais de 140), estas que representam fatias importantes da economia brasileira, reunindo as principais empresas do mercado nacional e global, como Casa dos Ventos, Neoenergia, Qair, TotalEnergies, Fortescue, Engie, Shell, Raízen, Volitalia, CPFL Energia, Equinor, Acciona, Eletrobras, EDF Renováveis, Siemens, Wobben Windpower, Vestas, Lighsource BP, contando ainda com nomes como Atlas Agro, SENAI e FIERN (Abeeólica, s/d). Em 2022, com a integração recente de grandes empresas globais de eólica offshore em seu quadro de associados, a associação anteriormente nomeada

⁴⁵ Serpa (2024) menciona em reportagem de 2024 em coluna no portal Diário do Nordeste que a Abemar reúne mais de 30 empresas, o que não pudemos confirmar devido à inatividade do site oficial da entidade.

“Associação Brasileira de Energia Eólica” complementa em seu nome o termo “Novas Tecnologias” (Abeeólica, s/d). Essa alteração é um movimento para sinalizar sua intenção de tomar frente dos novos interesses da indústria eólica offshore no Brasil, entrando na disputa da representação patronal do setor na política brasileira.

Um elemento importante para o elevado grau de influência da Abeeólica no setor é por conta de sua capacidade de projeção global. A comparação das outras associações patronais em termos de parcerias internacionais deixa claro o viés internacional da Abeeólica e a sua importância global a cada período de recuperação de crise sistêmica e sucessiva expansão da atividade eólica no Brasil. Para ilustrar isso, basta observar sua parceria mais notável, a estabelecida com a GWEC, cujo *board* a associação assume posição desde o final de 2009 (Abeeólica, s/d) e a qual Gannoum, desde 2020, assume o cargo de vice-presidente, tendo sido reeleita em 2022 (GWEC, s/d). Além disso, estabelece relação com associações patronais de outros blocos e países relevantes neste mercado, conforme descrito no Quadro 2.

Outras duas associações relevantes neste lobby são a Absolar e a Abiogás. Embora não estejam diretamente associadas ao sistema hidrogênio verde-eólicas offshore, seus interesses confluem com o objetivo geral de impulsionar o hidrogênio verde e as energias renováveis no Brasil, recorrentemente se unindo a Abeeólica na mobilização na sociedade e no parlamento brasileiro. As duas associações são bastante distintas em sua dinâmica de influência: enquanto a Absolar possui um maior número de associados (mais de 500 empresas e organizações), estabelecendo diversos vínculos internacionais, projetos específicos para o hidrogênio verde e adotando a estratégia de enraizamento territorial a partir de projetos com ONGs brasileiras (Absolar, 2025), a Abiogás⁴⁶ conta com um quadro de associados mais voltado para o empresariado nacional, reunindo atores brasileiros do agronegócio e da indústria química nessa nova fronteira do debate energético, como Copersucar, Raízen, Yara, Tereos, São Martinho, Adecoagro, Braskem, Bunge Bioengenharia, Indústria Canaã/Cocal e Zilor/Açucareira Quatá, além de White Martins, Unilever, Vibra (subsidiária da Petrobrás) (Abiogás, 2025). Isso é possível de perceber a

⁴⁶ Embora a Abiogás não seja um foco de incidência da GIZ no contexto do hidrogênio verde, a cooperação alemã já realizou em outra ocasião um projeto voltado para o biogás brasileiro envolvendo associação, o Projeto Brasil-Alemanha de Fomento ao Aproveitamento Energético de Biogás, de 2013 a 2017. Ver mais em GIZ (2013).

partir do cruzamento entre as três associações patronais de energia renovável no Brasil, no qual identificamos que existem apenas 3 empresas que estão presentes em todas - Acciona, Elera e Raízen -, apenas 2 empresas que estão presentes apenas na Abiogás e Abeólica e 37 empresas que se associam tanto na Absolar quanto na Abeólica, o que demonstra que a Abiogás abrange parcelas do empresariado nacional que Abeólica e Absolar não abarcam.

Além destas três principais, outra entidade relevante é a ABH2, que é caracterizada pelo estímulo de iniciativas de PD&I da cadeia de valor do hidrogênio, tendo em vista que é presidida por Paulo Emílio Valadão de Miranda, chefe do Laboratório de Hidrogênio da Coppe/UFRJ. A principal ferramenta que a associação utiliza para incidir na política energética brasileira é o Conselho do Hidrogênio, no qual são reunidos representantes do governo, da comunidade científica, e de empresas associadas para promover ações no âmbito regulatório e normativo de indução de mercado e desenvolvimento da cadeia do hidrogênio (ABH2, 2025). A associação, que tem a Petrobras como mantenedora, reúne as principais empresas do “PIB do hidrogênio verde” entre suas 88 associadas, contando com nomes como Vale, AES Brasil, BP, Quinto Energy, Thyssenkrupp, Unigel, Neoenergia, Total Eren, White Martins e Eneva. Isso nos permite, em alguma medida, considerá-la como uma espécie de síntese dos associados da Abeólica, Absolar e Abiogás.

Para representar diretamente o interesse das empresas ligadas exclusivamente à atividade eólica offshore, foi criada, em meados de 2019, a Associação Brasileira de Energias Marítimas (Abemar). Seu ato de criação contou com seis empresas e pessoas físicas, que são a Eólica Brasil - cujo CEO, Marcello Storrer, assume a presidência da entidade -, Bram Offshore, Machado Meyer Sendacz e Opoce Advogados, Trade Council do Consulado Geral da Dinamarca, Boskalis do Brasil, NOV e Ventos Alísios (Maciel, 2019). Diferentemente das outras associações, foram identificadas poucas atividades exercidas pela Abemar, além de contar com um quadro de associados distinto das outras associações. Nesse sentido, a Abemar é criada pois, de acordo com Storrer, a Abeólica não representava os interesses do setor de eólicas offshore, alegando que “sua prioridade é desovar o estoque de projetos eólicos terrestres e deixar o offshore para após 2030. Nós queremos offshore agora” (Modal, 2019, s/p).

As outras três associações identificadas são agremiações de menor porte, com relações estabelecidas a nível nacional e internacional, e mais recentes, tendo sido criadas

em 2023, como fruto do aquecimento do debate público brasileiro sobre o marco legal do hidrogênio verde, todas com o mesmo objetivo de desenvolver o ambiente de negócios, promover a agenda do hidrogênio verde e incidir no âmbito regulatório-normativo. A ABHIC é caracterizada por ter um número mais reduzido de associados e priorizar as relações com organizações alemãs (ABHIC, 2025). Além disso, participa do projeto ProQR – Promovendo Combustíveis Alternativos sem Impactos Climáticos, promovido pela GIZ (2017).

Já a ABIHV conta com um maior quadro de associados, que representa, de acordo com a diretora executiva Fernanda Delgado, cerca de 23% do PIB brasileiro (Araújo, 2024a). De acordo com Delgado, ao contrário das outras associações, as quais um grupo de pessoas se juntaram e buscaram associados, a ABHIV foi fruto da organização de empresas que não se viram representadas no debate público (Araújo, 2024a), estando entre as empresas fundadoras a Voltalia, Fortescue Future Industries, Vale, ArcelorMittal, European Energy, Engie, Auren, Yara e Atlas Agro (ABHIV, 2025). Além disso, também possui articulação internacional, tendo parceria com a LAC Clean Hydrogen Action Alliance, iniciativa nascida na COP 26 para articular as empresas da cadeia do hidrogênio na América Latina e Caribe (ABHIV, 2025).

Por fim, a ABHAV tem como foco a introdução do hidrogênio verde no mercado de fertilizantes, representando mais diretamente o agronegócio brasileiro. Apesar de não divulgar o seu quadro de associados, a diretora jurídica da associação, Desire Tamberlini, sinaliza que existe um comitê com quase 60 empresas, dentre as quais 15 foram oficialmente associadas no ato de criação (GNBLAW, 2023). Dentre suas iniciativas, estão a introdução do hidrogênio de baixo carbono em leilões de confiabilidade, a promoção de leilões por meio de negociações nacionais e internacionais, a criação de um fundo de investimento para apoiar projetos do setor, e o desenvolvimento de pacotes de incentivos estaduais aos compradores de hidrogênio, amônia e ureia de baixo carbono (ABHAV, 2025).

Assim, de modo a articular a ação combinada entre o empresariado nacional nos termos da estratégia alemã para o hidrogênio, a AHK-Rio assina, em 5 de maio de 2023, o Pacto Brasileiro pelo Hidrogênio Renovável, que consiste em um acordo de cooperação com a Abeeólica, Absolar e Abiogás (AHK, 2023), o qual posteriormente foi aderido pela ABHAV (CanalEnergia, 2024). Com a formação desse pacto, foi produzido um documento

com 17 pontos contendo propostas para a definição do arcabouço legal do hidrogênio no Brasil (PBHR, 2023), que serviu como síntese da ação lobista no debate regulatório entre 2023 e 2024 (Castro et al, 2023).

Os pontos levantados pelo Pacto Brasileiro para o Hidrogênio representam uma síntese entre o programa alemão e as particularidades da economia política nacional. Fruto do processo de interação entre as instituições promotoras da diplomacia do hidrogênio da Alemanha e do empresariado brasileiro, formula-se uma linha geral para a promoção do hidrogênio verde para o Brasil, que servirá como agenda política do setor. O “hidrogênio verde e amarelo”, como já foi denominado (Freitas, 2023; Chiappini, 2024d), pode ser sintetizado como a produção de hidrogênio no Brasil por diversas rotas tecnológicas, buscando conciliar preço reduzido e baixa emissão de carbono, produzido em larga escala e amplamente voltado para a exportação, embora não exclua o mercado nacional. Eis que surge uma “nova *commodity*” (Augusto, 2023).

O elemento que torna o “hidrogênio verde e amarelo” a resposta particularmente brasileira à estratégia da Alemanha é justamente a sua divergência frente à preferência alemã pela rota tecnológica da eletrólise de eletricidade renovável. O empresariado brasileiro viu na nova tendência da transição energética uma oportunidade de ampliar o leque de investimentos do agronegócio, buscando emplacar as rotas biológicas na produção de hidrogênio descarbonizado. Assim, a biomassa torna-se uma forte alternativa no Brasil, na medida em que o mercado de biocombustíveis brasileiro - este que é o segundo no ranking mundial (IEA, 2022) -, cujos principais produtos são o etanol, o biodiesel e o biometano (ANP, 2024), se tornam possíveis fontes de produção de hidrogênio no escopo da descarbonização. Tendo isso em vista, a eletrólise dividiria espaço na cadeia produtiva brasileira com os processos de gaseificação ou fermentação da biomassa, o qual também produz hidrogênio de baixa emissão de carbono a ser transformado em combustíveis sintéticos ou em outros produtos das indústrias siderúrgica e química. Este último é um forte motivador ao empresariado nacional aderir à economia do hidrogênio, uma vez que mais de 87% dos fertilizantes são importados (MDIC, 2024).

Uma das empresas que mais está à frente da incorporação do agronegócio à segunda geração da transição energética brasileira é a Raízen, *joint venture* entre a empresa brasileira Cosan e a petroleira britânica Shell. Para o CEO da Raízen, Ricardo Mussa, a união entre o

agronegócio e o setor de energia é fundamental para a inserção do Brasil na transição energética (Lima, 2024), adotando como estratégia prioritária a exploração do etanol industrial, bem como o promissor SAF. No entanto, Mussa sinaliza que vê dificuldades de estabelecer negócios no setor sucroalcooleiro com investidores estrangeiros, alegando em entrevista que tem que “gastar uma parte do tempo explicando que a cana-de-açúcar está longe da Amazônia (...) porque, ao pensar em Brasil, também se pensa em desmatamento” (Veja Negócios, 2024, s/p).

Essa resistência à rota biológica para a produção de combustíveis tem lastro na legislação europeia, mais precisamente no Regulamento Anti-Desmatamento da UE (EUDR) de 31 de maio de 2023, e com previsão inicial de implementação em 30 de dezembro de 2024 (European Union, 2023c). O EUDR oferece um quadro jurídico mais amplo e rigoroso referente a produtos que potencialmente provoquem desmatamento. Essa lei busca assegurar que o uso de biocombustíveis pelo bloco esteja alinhado com as metas estabelecidas pela Diretiva de Energias Renováveis 2018/2001 (RED II) (EU, 2018) e o Regulamento Delegado 2019/807 (EU, 2019b), documentos estes que estabelecem as bases para a adoção e modificação dos critérios de certificação de biocombustíveis da União Europeia.

Esse marco normativo visa a abordar os riscos associados à mudança indireta no uso da terra, no caso de desvio de pastagens ou terras agrícolas anteriormente destinadas ao mercado de alimentos e rações para a produção de biocombustíveis. Nesse caso, levando em conta que a demanda por alimentos e rações não diminui com o avanço da produção de biocombustíveis, esse marco legal prevê que esse desvio do uso da terra poderia levar à expansão da agricultura para áreas com alto estoque de carbono, como florestas, pântanos e turfeiras. Ao transformar essas áreas em terras agrícolas, pode-se causar a liberação de gases de efeito estufa armazenados nas árvores e no solo, o que anularia a redução das emissões provenientes do uso de biocombustíveis em vez de fósseis.

As regras da EUDR tornaram-se motivo de preocupação de economias que dependem da exportação de insumos agrícolas, tal qual o Brasil, as quais pressionaram ao bloco que adiasse as exigências, apontadas como “discriminatórias e punitivas” (Cohen, 2024). Essa divergência levou ao tensionamento entre Brasil e UE no âmbito do G20, no qual o Brasil alega que essa lei se trata de uma tentativa do bloco proteger seu próprio setor agropecuário

(Gabriel; Della Coletta, 2024). As regras alegadamente rígidas foram indicadas como fatores de dificuldade para a expansão da indústria do hidrogênio verde (Curcino, 2024; Pupo; Salomão, 2024), evidenciando a competição no mercado brasileiro entre os setores de biocombustíveis e hidrogênio verde pela liderança na transição energética no país: enquanto os representantes dos biocombustíveis sinalizam que este se adaptaria com mais facilidade à base produtiva brasileira, os representantes do hidrogênio verde alegam que este estaria mais próxima de atingir a produção em escala, portando tende a ser a opção mais barata nos próximos anos (Lovisi, 2024a). A pressão na arena internacional resultou na UE ceder ao adiamento a implementação da EUDR, postergando-o para dezembro de 2025 (Blenkinsop, 2024), assim como à inclusão no princípio da neutralidade tecnológica na declaração final da reunião do G20 no Rio de Janeiro, em novembro de 2024 (Chiappini, 2024d).

O posicionamento brasileiro em favor da flexibilização das rotas tecnológicas do hidrogênio tornou o tema da taxonomia um dos principais debates travados nos anos que a Alemanha realizou sua campanha no Brasil, sobretudo em 2023. Nesse sentido, o lobby brasileiro do hidrogênio atuou praticamente em consenso ao criticar o termo “hidrogênio verde” e o uso de cores para distinguir as rotas de produção, se amparando na argumentação da IEA de que esse método atrapalha a quantificação dos níveis de carbono emitidos por rota (IEA, 2019). Assim a organização internacional sugere, ao invés do uso da taxonomia por cores, o emprego de termos como hidrogênio “renovável”, “sustentável”, “limpo”, “de baixo carbono” ou o mais recente, “baixa emissão de carbono”, de modo a abarcar um leque maior de rotas tecnológicas que, embora não sejam totalmente livres de fósseis, seguem sendo contabilmente contempladas na métrica da descarbonização (Moreno et al, 2016).

Se a taxonomia por cores é passível de crítica, por se basear na concepção de que o colapso ambiental é restrito às mudanças climáticas e, portanto, bastar a contagem das emissões líquidas zero para ser “verde”, esse novo padrão taxonômico aprofunda ainda mais essa contradição: ao priorizar a descarbonização em detrimento da desfossilização da matriz de energia, essa forma de categorização tem menos pressa em eliminar os combustíveis fósseis do processo produtivo, direcionando toda a urgência que deveria ser direcionada para evitar o colapso ambiental para o cumprimento das metas de mercado. A crescente disposição das potências hegemônicas em aceitar essa flexibilização taxonômica evidencia a estratégia central da transição energética corporativa, que é transformar as mudanças

climáticas em um discurso à serviço da diversificação dos portfólios de investimento, da ampliação das cadeias produtivas e da readaptação das relações sociais estruturantes do capitalismo nesse novo contexto histórico. A decisão de evitar o emprego da “aquarela de denominações”, conforme denominado por Jean Paul Prates em suas redes sociais (Amorim, 2023), tem como consequência política a abertura de espaço para o agronegócio ganhar uma fatia desse novo mercado. Assim, o hidrogênio produzido a partir da biomassa deve, de acordo com o presidente da ABH2, Paulo Emílio Miranda, superar o hidrogênio produzido por eletrólise ainda nesta década (Brasil, 2023b).

4. A CHEGADA DO HIDROGÊNIO VERDE E DAS EÓLICAS OFFSHORE NO BRASIL: CONTRADIÇÕES E DISPUTAS

4.1 Setor privado na linha de frente: um panorama dos primeiros projetos do sistema hidrogênio verde-eólicas offshore no Brasil

Entre os anos de 2021 e 2023, uma série de projetos de hidrogênio de baixo carbono foram iniciados no Brasil, tendo sido identificados, de acordo com o mapeamento realizado pela Confederação Nacional da Indústria (CNI), 66 projetos até o final deste período, que somam cerca de R\$ 188,7 bilhões em investimentos. A maioria destes projetos são voltados para a geração de energia elétrica, sobretudo para exportação (42), mas também conta com outros setores da indústria, como os setores químico (5), gases industriais (5), siderurgia (3), petróleo e gás (3) e mineração (2) (CNI, 2024). Estes projetos estão espalhados em 13 estados brasileiros, contando com uma concentração maior no Nordeste, região que conta com 66,7% dos projetos nacionais, ou aproximadamente 2/3 dos projetos no país. Com algum protagonismo, o Sudeste (24%) e o Sul (7,6%) também contam com projetos relacionados ao hidrogênio de baixo carbono (CNI, 2024).

No Quadro 3, apresentamos as informações já divulgadas dos principais projetos comerciais (grau de avanço e magnitude) de produção de hidrogênio verde, buscando trazer elementos que auxiliem a dimensionar financeira e produtivamente cada projeto. Vale ressaltar que o dado que menos encontramos informações é a fonte de energia que abastecerá cada projeto, uma vez que seja um fator que dependerá de negociações futuras e do desenvolvimento da indústria de energia renovável nos próximos anos no Brasil. Nos casos em que há informações sobre a fonte de energia, se trata da interligação de projetos de geração de energia e de eletrólise da mesma empresa, portanto havendo previsibilidade. A partir dos dados sintetizados no Quadro 3, nas páginas seguintes empenharemos uma análise regional dos projetos.

Quadro 3 – Principais projetos comerciais para produção de hidrogênio verde no Brasil, até outubro de 2024

Empresa e país	UF	Porto	Investimento	Produção	Volume prod. (ton/ano)	Capacidade de eletrólise (MW)	Fonte de energia	Início previsto	Estágio
Fortescue (Austrália)	CE	Pecém	US\$ 6 bilhões	Hidrogênio e amônia verdes	H2V: 180 mil Amônia: 1 milhão	1.200	Não divulgado	2025	Pré-contrato assinado
Qair (França)	CE	Pecém	US\$ 6,9 bilhões	Hidrogênio verde	448 mil	2.200	Energia eólica offshore	Não divulgado	MoU assinado
Transhydrogen Alliance (Países Baixos, Emirados Árabes e Espanha)	CE	Pecém	US\$ 1,5 bilhão	Amônia verde	H2V: 500 mil Amônia: 2,2 milhões	Não divulgado	Não divulgado	2026	MoU assinado
Casa dos Ventos / Nexway (Brasil)	CE	Pecém	US\$ 4 bilhões	Hidrogênio e amônia verdes	H2V: 365 mil Amônia: 2,2 milhões	2.400	Não divulgado	2026	Pré-contrato assinado
AES Brasil (Estados Unidos)	CE	Pecém	US\$ 2 bilhões	Amônia verde	800 mil	2.000	Não divulgado	Não divulgado	Pré-contrato assinado
Cactus Energia Verde (Brasil)	CE	Pecém	US\$ 2 bilhões	Hidrogênio e amônia verdes	H2V: 190 mil Amônia: mais de 1 milhão	1.120	Não divulgado	2027	Pré-contrato assinado
Fuella AS (Noruega)	RJ	Açu	Não divulgado	Amônia verde	400 mil	520	Não divulgado	2030	MoU assinado

Empresa e país	UF	Porto	Investimento	Produção	Volume prod. (ton/ano)	Capacidade de eletrólise (MW)	Fonte de energia	Início previsto	Estágio
European Energy (Dinamarca)	PE	Suape	R\$ 2 bilhões	E-metanol	100 mil	Não se aplica	Biogás	2028	Termo de instalação assinado
Qair (França)	PE	Suape	US\$ 3,9 milhões	Hidrogênio verde e azul	H2V: 448 mil Hidrogênio azul: 198 mil	2.200	Energia eólica offshore e gás natural	2025	Licitação de concessão de área aprovada, aguardando assinatura de contrato
Green Energy Park (Dinamarca)	PI	Luís Correia	R\$ 200 bilhões	Hidrogênio e amônia verdes	H2V: 2,8 milhões Amônia: 15 milhões	10.000	Solar	2028	Carta de intenções assinada
Solatio (Espanha)	PI	Luís Correia	€ 42 bilhões	Hidrogênio e amônia verdes	H2V: 1,7 milhões Amônia: 9,6 milhões	11.400	Solar	2028	Licenciamento ambiental aprovado
Unigel (Brasil)	BA	Aratu	US\$ 1,5 bilhões	Hidrogênio e amônia verdes	H2V: 100 mil Amônia: 600 mil	60 (primeira fase)	Não divulgado	Sem previsão	Aguardando aprovação do porto para renovar licença especial para armazenar equipamentos
Atlas Agro (Suíça)	MG	Mercado interno	US\$ 850 milhões	Hidrogênio e amônia verdes	530 mil	2.500	Eólica e solar	2028	Contratação de 2 consórcios de engenharia

Fonte: elaboração própria a partir de Manso; Chiappini (2022), Cruz (2023), Pecém (2023), Eixos (2023a), Chiappini (2025), Pedrozo (2024), Brasil Mineral (2025), Castilho (2025)

O Nordeste brasileiro é a região mais visada para a alocação da indústria de hidrogênio verde, já que, somada à marginalização sócio-histórica da região e a alta viabilidade técnica para a produção de energias renováveis, conforme já discutido anteriormente, a produção de hidrogênio é avaliada para emitir apenas 0,6 kg de CO₂ equivalente por quilo de hidrogênio (CO₂eq/kgH₂), muito abaixo do limite de 3,4 kg CO₂eq/kgH₂ estabelecido pela União Europeia. Essa hipotética característica da produção no Nordeste torna-a altamente competitiva sob a lógica contábil da métrica do carbono, uma vez que, conforme sinalizado por Inês Gaspar (apud Chiappini, 2024f), analista da Aurora Energy Research, isso viabiliza uma margem de 2,8 a 3 kg CO₂eq/kg H₂ que poderão ser aproveitados ao longo da cadeia produtiva e do ciclo de vida, sendo um fator que compensaria os custos de recondicionamento⁴⁷ e transporte.

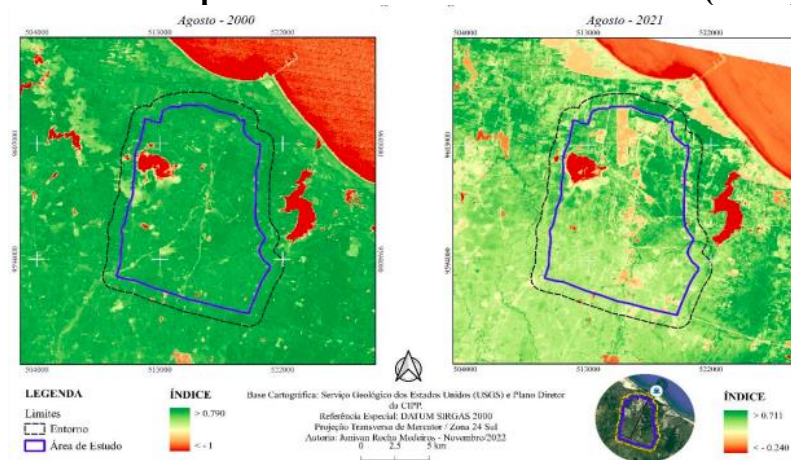
No entanto, o elemento que é de fato definidor para a preferência em implementar projetos de indústria de hidrogênio verde no Nordeste brasileiro é a sua proximidade em relação à Europa, o que torna a região um possível polo exportador para suprir a demanda da estratégia europeia e alemã de hidrogênio verde. Nesse sentido, o setor reforça sua preferência pela criação de grandes *hubs* ou *clusters* industriais de produção e consumo de hidrogênio verde, alegando que, ao concentrar o máximo de etapas produtivas em uma área específica – ou seja, desde a geração de energia renovável até o recondicionamento para transporte -, torna-se mais facilitada a alocação de capital, reduzindo custos e riscos e possibilitando a garantia de retornos a longo prazo (Chiappini, 2024g). A implementação dos *hubs* de hidrogênio verde em Zonas de Processamento de Exportação (ZPEs), para posterior escoamento para o mercado internacional por portos, é o modelo que mais tem se difundido no setor privado, dadas vantagens comerciais como suspensão de tributos para aquisição de máquinas, equipamentos, instalações e insumos, a possibilidade de manter permanentemente as divisas obtidas no exterior e simplificação de procedimentos administrativos (Pedrosa, 2023).

⁴⁷ Processo de adaptação e preparo do hidrogênio para o transporte, implicando na transformação do hidrogênio de sua forma mais volátil para uma forma mais densa, que facilite o transporte e o armazenamento.

De acordo com o mapeamento da CNI, os principais *hubs* de hidrogênio verde que se consolidaram até então estão em torno dos portos de Pecém, no Ceará (R\$ 110,6 bilhões em investimentos), os portos da Parnaíba, no Piauí (R\$ 20,4 bilhões), de Suape, em Pernambuco (R\$ 19,6 bilhões) e de Açu, no Rio de Janeiro (R\$ 16,5 bilhões) (CNI, 2024). Dentre eles, o que mais se destaca é o Complexo Industrial e Portuário do Pecém (CIPP), no Ceará, a cerca de 50 km de distância de Fortaleza, considerado o primeiro *hub* de hidrogênio verde que foi inaugurado no Brasil, em fevereiro de 2021. O CIPP, que é uma *joint venture* formada pelo estado do Ceará e o porto de Roterdã, nos Países Baixos – que conta com 30% de participação no empreendimento (ZPE Ceará, 2023) - é fruto da parceria entre o governo estadual do Ceará com a Federação das Indústrias do Estado do Ceará (Fiec) e do Estado de São Paulo (Fiesp), empresas privadas nacionais e internacionais, associações brasileiras do setor como a Absolar e a Abeeólica e universidades (Ítalo, 2024b).

O processo de construção do CIPP representou graves impactos ambientais à região entre os municípios de Caucaia e São Gonçalo do Amarante, na costa do Ceará, o que demonstra o caráter contraditório de estar sendo promovido como o baluarte da sustentabilidade e do combate às mudanças climáticas. A partir das técnicas de geoprocessamento e de sensoriamento remoto utilizadas na análise das imagens de cálculo do índice de refletância da vegetação (NDVI) entre os anos de 2000 e 2021, Medeiros (2022) demonstra que a perda considerável de vegetação na região, sobretudo durante o período de sua construção, como demonstrado no Mapa 5. Medeiros (2022) analisa que essa supressão da vegetação ocorreu devido aos impactos das ações antropogênicas, sendo descartado o fator climático como motivo desta redução.

Mapa 5 – Índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) nos anos de 2000 e 2021 no Complexo Industrial Portuário de Pecém (CIPP)



Fonte: adaptado de Medeiros (2022)

Dentre as ações ocorridas no processo de construção do Complexo de Pecém que levaram ao desmatamento da região, estão a diminuição da quantidade e qualidade dos recursos hídricos da região, devido ao assoreamento de rios resultante da mudança na gestão do território de uso humano e animal para fins industriais. O processo de industrialização da região de Pecém também levou à perda da flora nativa, e à degradação ou até mesmo desertificação dos solos, devido ao grande aumento de regiões de solo exposto. Esse processo de desmatamento para a construção do CIPP levou à expansão territorial do complexo portuário, principalmente pela especulação imobiliária que atingiu o seu entorno, levando suas consequências para além de suas fronteiras (Instituto Terramar, 2021; Medeiros, 2022). Conforme destacado por Rogéria Rodrigues (apud Instituto Terramar, 2021), se trata de um processo histórico de incentivo à implementação de grandes empreendimentos pelo governo do estado do Ceará desde os anos 1990, nos quais foram construídos projetos de desenvolvimento do turismo de massa, da carcinicultura e das usinas eólicas.

Mesmo com histórico de impactos socioambiental, o CIPP é o *hub* de hidrogênio verde brasileiro que mais atrai investidores da transição energética, sendo responsável por 41% dos projetos no país (CNI, 2024). Até o final de 2024, Pecém já conseguiu a assinatura de 40 memorandos de entendimento (MOUs)⁴⁸, conforme Quadro 4, com empresas que

⁴⁸ O memorando de entendimento (MOU) é o passo inicial para a implementação de um grande empreendimento. Se trata de um documento informal, que expressa a intenção das partes em colaborar em

pretendem investir em projetos de hidrogênio verde no CIPP (Melo, 2024a), bem como a assinatura de seis pré-contratos⁴⁹ - Fortescue, AESBrasil, Casa dos Ventos/Comerc Eficiência, Cactus Energia Verde, Voltalia e Fuella AS - para a instalação de plantas industriais (Melo, 2024b; Pecém, 2024). Dentre os projetos instalados no hub cearense, o mais avançado é o investimento da mineradora australiana Fortescue, sendo o único, até o momento, a chegar à decisão antecipada de investimento (EID) (Machado, 2024b) e a ter sua planta aprovada pelo Complexo de Pecém, sendo prevista para 2025 o recebimento da decisão final de investimento (FID) (Bezutti, 2024). Estimado em US\$ 5 bilhões (equivalente a R\$ 24,5 bilhões), o projeto mais imponente de Pecém, que será integrado a cadeia global de suprimentos de metal verde da empresa (Brasil Mineral, 2024), tem um consumo previsto de 2,1 GW de eletricidade de fontes renováveis para produzir 837 toneladas diárias e 15 milhões de toneladas anuais de hidrogênio verde (Cavalcante, 2024). O projeto será beneficiado pela lei assinada pelo governador do Ceará, Elmano de Freitas (PT-CE), que permite a renovação da cessão do uso dos terrenos do CIPP e da ZPE para projetos como o da Fortescue, viabilizando a ampliação da implantação do projeto para 40 anos, com possibilidade de renovação por igual período (Machado, 2023b).

Quadro 4 – Empresas que assinaram MoUs para implementar projetos relacionados à indústria de hidrogênio verde no Complexo do Pecém (CE), até outubro de 2024

Empresa	País de origem	Atividade
Energix Renewable Energies	Israel	Produção de hidrogênio verde
White Martins/Linde	Alemanha/Brasil	Produção de hidrogênio verde
Qair	França	Produção de hidrogênio verde
Fortescue	Austrália	Produção de hidrogênio verde
Eneva	Brasil	Geração de energia
Diferencial	Brasil	Geração de energia
Hytron/Neuman Esser	Alemanha/Brasil	Fabricação de equipamentos

determinado projeto ou negócio, mas que não é juridicamente vinculativo em termos de obrigações legais. Assim, tem como objetivo de definir os termos gerais e as intenções das partes, servindo de guia para negociações futuras, podendo ser utilizado posteriormente para formalizar o início de uma parceria, sendo os próximos passos anteriores à construção a obtenção de licença ambiental, a assinatura do pré-contrato e a decisão final de investimento.

⁴⁹ A partir desta etapa, as empresas passam a pagar uma espécie de aluguel para a ZPE reservar o espaço onde será instalado o projeto de hidrogênio verde.

H2Helium	Brasil	Consultoria
Neoenergia/Iberdrola	Espanha	Produção de hidrogênio verde para transporte público urbano
Engie	França	Produção de hidrogênio verde
TransHydrogen Alliance (Proton Ventures ⁵⁰ , Trammo DMCC ⁵¹ , Global Energy Storage ⁵² e VARO Energy ⁵³)	Países Baixos, Emirados Árabes Unidos e Espanha	Produção de hidrogênio e amônia verdes
Total Eren	França	Produção de hidrogênio verde
AES Brasil/Auren Energia	EUA/Brasil	Produção de hidrogênio verde
Cactus Energia Verde	Brasil	Produção de hidrogênio verde
Casa dos Ventos	Brasil	Produção de hidrogênio verde
H2 Green Power	Brasil	Produção de hidrogênio verde
Comerc Eficiência	Brasil	Produção de hidrogênio e amônia verdes
Enel Green Power	Itália	Produção de hidrogênio verde
HDF (Hydrogène de France)	França	Produção de hidrogênio verde
Mitsui	Japão	Produção de hidrogênio e amônia verdes para mobilidade
ABB	Suécia/Suíça	Produção de hidrogênio e amônia verdes para mobilidade
Gold Wind	China	Fabricação de turbinas eólicas
Alupar	Brasil	Pool de armazenamento de amônia
Mingyang Smart Energy	China	Fabricação de turbinas eólicas para projetos offshore
SPIC	China	Geração de energia solar e eólica onshore e offshore
Gansu Science & Technology Investment	China	Cooperação técnica
PowerChina	China	Geração de energia solar
Platform Zero	Países Baixos	Cooperação técnica
Green Hydrogen Corridor (Complexo do Pecém, AES Brasil, Casa dos Ventos, Comerc/Nexway Eficiência, Havenbedrijf Rotterdam, Fortescue e EDP)	Brasil, Portugal e Países Baixos	Criação de corredor de hidrogênio verde entre Brasil (Pecém) e Países Baixos (Roterdã) e Parceria de Portos Verdes.
Voltalia	França	Produção de hidrogênio verde
Lightsource bp	Reino Unido	Geração de energia solar e produção de hidrogênio verde
EDF Renewables Brasil	França	Produção de hidrogênio verde

⁵⁰ Empresa holandesa de tecnologia e de aquisição de suprimentos.

⁵¹ Trader dos Emirados Árabes Unidos.

⁵² Empresa espanhola de energia renovável e de aquisição de suprimentos.

⁵³ Subsidiária da empresa holandesa de energia e commodities Vitol.

Go Verde	Brasil	Produção de hidrogênio verde
Hitachi Energy Brasil LTDA	Suíça	Fornecimento de equipamentos para geração de energia solar e eólica
Grupo Jepri	Espanha	Produção de hidrogênio verde
Bp	Reino Unido	Produção de hidrogênio verde
Eletrobras	Brasil	Produção de hidrogênio e amônia verdes
Porto de Sines	Portugal	Corredor logístico sustentável, no âmbito do Global Gateway
Mercurio Asset	Reino Unido	Conversão de termelétrica a carvão para gás natural
Vestas	Dinamarca	Cooperação para ampliação de fabricação de equipamentos

Fonte: elaboração própria a partir de Melo (2024a), Serodio (2020) TVC (2021), Pecém (2021), Rodrigues (2023a), Pecém (2023), PV Magazine (2024)

A partir da análise dos MOUs e pré-contratos, torna-se nítida a forte inserção do Complexo de Pecém no mercado europeu, sendo o primeiro ponto de avanço da estratégia europeia para o hidrogênio verde no país, na medida em que foi possível identificar ao menos três parcerias que concretizem a criação de um corredor de hidrogênio verde entre o Brasil e a Europa. Para além do controle acionário pelo principal porto europeu de hidrogênio verde, Roterdã, é notável a parceria com a TransHydrogen Alliance, formada pelas holandesas Proton Ventures e VARO, pela emiradense Trammo DMCC e pela espanhola Global Energy Storage, para a realização de um projeto de US\$ 1,5 bilhão para produção de amônia verde. O objetivo da aliança é estabelecer um projeto inicial em 2026 para ganhar experiência operacional e, nas próximas fases de expansão até 2030, produzir 2,2 milhões de toneladas de amônia verde a serem importadas pela Europa via porto de Roterdã, para então ser convertida em hidrogênio em solo europeu (TransHydrogen Alliance, s/d).

A parceria com o Porto de Sines também é um forte indicativo do papel do *hub* cearense no projeto da União Europeia, uma vez que este acordo se trate de um projeto do Global Gateway (EU, 2024) não só para produção de hidrogênio verde, mas também para conectar a ferrovia Transnordestina, no interior do Piauí, e a Europa, via Pecém. Assim, a parceria com o porto português não consiste apenas em um financiamento para exportação de hidrogênio verde, mas também para a exportação de gêneros alimentícios e matérias-primas críticas brasileiras, como soja, milho, algodão e minérios, para o continente europeu (Ascom CIPP, 2024; Goethe; Ítalo, 2024).

Na mesma medida em que o Complexo de Pecém está profundamente embebido no projeto do capital internacional para a transição energética, ele demonstra a contradição inerente à métrica do carbono que subjaz ao Consenso da Descarbonização: o próprio presidente do CIPP, Hugo Figueirêdo, usa como peça de propaganda o fato do porto ter um consumo de energia elétrica crescente, hoje equivalente ao de uma cidade com cerca de 80 mil habitantes, justamente por conta da implementação da política de descarbonização das operações portuárias (Guimarães, 2024). Assim, como na lógica da descarbonização o aumento do consumo de eletricidade não é oposto ao combate às mudanças climáticas e ao colapso ambiental, desde que essa eletricidade gerada seja oriunda de fontes renováveis, o porto tem sido reconhecido como o principal polo industrial de energia “verde” do Brasil, tendo conquistado o prêmio de Melhor Projeto Governamental na 3ª Cerimônia Anual de Premiação da Indústria de Hidrogênio Verde na América Latina (H2LAC) (Barbosa, 2024), e a certificação internacional I-REC (International Renewable Energy Certificate) (Guimarães, 2024).

O Complexo Industrial Portuário de Suape (CIPS), em Pernambuco, localizado a 40 quilômetros de Recife, vem sendo cotado para abrigar outro grande *hub* de hidrogênio verde para exportação. A principal iniciativa do CIPS, o TechHub, é voltada para projetos de PD&I em hidrogênio verde, sob gestão da subsidiária da estatal chinesa de eletricidade China Three Gorges Corporation, a CTG Brasil, em parceria com o Departamento Nacional do Senai, o Senai-PE e o Governo do Estado. O TechHub prevê a instalação de laboratórios em contêineres para promover estudos de processos que ainda representam desafios para o mercado brasileiro, como a eletrólise ou o transporte da amônia ou metano, sendo a etapa laboratorial uma predecessora à futura etapa industrial (Manso, 2022). O projeto tem sido um atrativo de investidores europeus para Pernambuco, como a seleção pela chamada bilateral Brasil-Alemanha para aceleração do desenvolvimento de projetos (Suape, 2023), bem como o estreitamento de relações de pesquisa com o Reino Unido, sendo aventada a possibilidade de interligar Suape com portos britânicos, como o porto de Aberdeen (Raposo, 2023).

O porto, que conta com MOUs com empresas como European Energy, White Martins, Brid Logistics, Casa dos Ventos, Qair, Neoenergia e Casa dos Ventos/Nexway, se incorpora na lógica de produção de hidrogênio verde voltada para a exportação que

caracteriza os empreendimentos no Nordeste (Manso, 2022). Dentre estes, o maior projeto até então é o da empresa dinamarquesa European Energy, para produção de e-metanol, sendo, de acordo com o CEO Jens-Peter Zing, parte da estratégia de internacionalização da empresa. O empreendimento, que contará com um investimento de R\$ 2 bilhões, deve ter suas obras iniciadas em outubro de 2025 e funcionamento iniciado em julho de 2028 (Machado, 2024e).

Ainda no Nordeste, o Piauí é um estado que se destaca pela sua particularidade. Apesar de não possuir um grande volume de projetos, os poucos que o estado abriga possuem dimensões colossais, com cifras de capacidade instalada de energia extremamente elevadas e massivos investimentos estrangeiros. O segundo lugar que o Piauí assume no ranking de investimentos por estado para projetos de hidrogênio verde pela CNI (2024) se dá devido a dois projetos que, juntos, somam mais de R\$ 100 bilhões em investimentos: o da empresa europeia integrada de hidrogênio, Green Energy Park, e o da empresa espanhola, Solatio. O projeto da Green Energy Park contará, de acordo com a presidente da Comissão Europeia, Ursula von der Leyen, com um aporte de 2 bilhões de euros pelo Global Gateway (Ribas, 2023). O projeto vem sendo anunciado como uma das maiores usinas de hidrogênio verde do mundo, devido à previsão de capacidade de produção de 10 GW de hidrogênio verde e amônia, valor próximo a grandes empreendimentos nacionais como os 11 GW de capacidade de produção da usina hidrelétrica de Belo Monte, no rio Xingu (PA). A produção da planta da Green Energy Park no Piauí tem seu destino traçado para o porto de Krk, na Croácia, a partir do qual o hidrogênio será redistribuído para consumidores industriais no sudeste da Europa (Ribas, 2023). O projeto da Solatio, por sua vez, será construído em etapas, chegando a uma capacidade de produção de 11,4 GW de hidrogênio e amônia verdes. Nesse processo, a empresa espanhola planeja construir a maior usina de energia solar fotovoltaica do Brasil, que será usada para a produção de amônia, com capacidade de 4 GW, 150% mais potente que a maior usina de energia solar no Brasil hoje, em Janaúba (MG), tem 1,6 GW de capacidade (Arrais; Pinheiro, 2024).

Os projetos piauienses para produção de hidrogênio verde e derivados são previstos para serem instalados na ZPE do Parnaíba, no norte do Piauí, e avalia-se que o escoamento dos produtos para o mercado internacional aconteça pelo Porto das Barcas/Porto de Parnaíba e sobretudo pelo ainda em construção Porto de Luís Correia/Porto do Piauí (Machado,

2024d). O Porto de Luís Correia foi idealizado há 50 anos, tendo suas obras sido retomadas em março de 2023 e inaugurado em dezembro de 2023 (Lima, 2023), no mês seguinte da ampla divulgação do investimento bilionário prometido pela Comissão Europeia. O porto, que já conta com 34 MOUs para esta atividade (Freitas, 2024a), contará com quatro terminais ainda em construção, sendo um deles especificamente para hidrogênio verde e amônia, o qual se planeja exportar combustíveis derivados de hidrogênio verde, como amônia, metanol e SAF (Machado, 2024d).

O avanço nas intenções de investimento para a produção de hidrogênio verde no Piauí é fruto de intensa campanha realizada pelo governador do estado, Rafael Fonteles (PT-PI), no âmbito da Investe Piauí, iniciativa do governo estadual para atração de investimentos em parceria com o programa europeu H2Talent (Freitas, 2024b). Essa mobilização contou com sete missões internacionais apenas em 2023, para vender “a vocação natural” do Piauí, nas palavras de Fonteles (Barros, 2024), e inseri-lo na cadeia global de valor do hidrogênio verde, fazendo parte das negociações ofertas de prêmios aos produtores que realizassem investimentos “verdes”, como aço, fertilizante, combustível de navio e avião (Governo do Piauí, 2023).

A Bahia é outra região que entra no radar do empresariado deste setor. O maior estado nordestino é um dos maiores produtores de energias renováveis no Brasil, esperando receber R\$ 30 bilhões em investimentos estrangeiros nos próximos anos (Garcia, 2024a). Uma das apostas para implementar um hub de hidrogênio verde é a Baía de Todos os Santos, na região metropolitana de Salvador, que poderia servir de polo industrial para a produção de combustíveis sustentáveis sintéticos e SAF, lançando mão de sua forte indústria química para adentrar no mercado de hidrogênio verde. O fato da Bahia ter o maior complexo petroquímico da América Latina se torna um estímulo para o estado entrar na cadeia produtiva, além de contar com infraestrutura de amniodutos que facilita o transporte de amônia verde (Dias, 2024). Assim, a estratégia baiana é aproximar produtores de hidrogênio verde e derivados de seus consumidores finais, buscando articular o distrito industrial de Aratu, o polo petroquímico de Camaçari e a refinaria de Mataripe aos portos de Aratu, Enseada e Salvador (Chiappini, 2024i). O governo da Bahia se mobiliza para atrair investidores e criar um *hub* de hidrogênio verde em seu estado, já tendo anunciado um pacote fiscal para incentivar a produção de hidrogênio e amônia verdes, como a isenção de ICMS

para toda energia elétrica renovável (Machado, 2024f), bem como implementado uma série de iniciativas para a mobilização do mercado, como a parceria entre SENAI Cimatec e a GIZ para a abertura de um curso de pós-graduação, o “Master of Business Innovation in Green Hydrogen” (FIEB, 2024).

Apesar de já existirem algumas plantas-piloto ou projetos de estudo de hidrogênio verde no país, como o projeto pioneiro da Eletrobras Furnas em Itumbiara, entre Minas Gerais e Goiás (Gomes, 2021), o projeto comercial de hidrogênio verde mais avançado do país foi o da petroquímica brasileira Unigel, visando à produção de metanol e amônia verde no Polo Industrial de Camaçari, na Bahia. O empreendimento, que dispenderia um investimento inicial de R\$ 626 milhões, contaria, em sua primeira fase, com uma planta de 60 MW em eletrolisadores da Thyssenkrup para produzir 60 mil toneladas anuais de amônia verde e 10 mil toneladas anuais de hidrogênio verde, o que seria expandido em dez vezes na segunda fase (Maciel, 2024). A empresa decidiu se voltar ao mercado de hidrogênio verde quando esta passou a produzir amônia ao assumir, em 2020, as fábricas de fertilizantes da Petrobras, sobretudo para o fornecimento de fertilizantes para o agronegócio (Bethônico, 2023). No entanto, o projeto que começaria em 2023 e inauguraria a indústria nacional até então não foi iniciado, por conta grave crise econômica que a Unigel entrou no fim de 2022, estando agora em recuperação extrajudicial (Machado, 2024). Este caso demonstra a fragilidade desta indústria neste período inicial, sobretudo nos projetos controlados por empresas nacionais, e revela a distorção entre o entusiasmo das promessas realizadas no momento de euforia internacional por esta indústria e a concretude da execução dos projetos.

Apesar da propaganda do hidrogênio verde ter maior repercussão nos estados do Nordeste, a região sudeste também é um relevante ponto de atração de investimentos para esta indústria. O porto de Açu, localizado no norte do estado do Rio de Janeiro, é o outro forte polo industrial a entrar na cadeia produtiva do hidrogênio verde, tendo em vista que se trata do maior complexo portuário industrial privado da América Latina e maior produtor de petróleo do Brasil (Firjan, 2024). Em operação desde 2014, o porto controlado pela empresa Prumo Logística⁵⁴ irá reservar 3 milhões de metros quadrados para projetos de hidrogênio verde (Chiappini, 2024h), área na qual pretende-se instalar um *cluster* com usinas de

⁵⁴ Holding controlada pelo fundo estadunidense EIG Energy Partners e associada ao fundo soberano dos Emirados Árabes, Mubadala (Dyniewicz, 2024).

produção de SAF, fábricas de produtos siderúrgicos de baixo carbono e usinas de energia eólica offshore e solar.

De acordo com Mauro Andrade, CEO da Prumo Logística, o principal objetivo do *cluster* de hidrogênio verde do porto de Açu é a produção de amônia verde para produzir fertilizantes para consumo doméstico, ou seja, para abastecer o agronegócio (Dyniewicz, 2024). No entanto, o porto é localizado próximo aos principais campos de petróleo e gás natural do Brasil, além da proximidade com a cidade do Rio de Janeiro, o que o torna estrategicamente posicionado para a integração com o mercado internacional (CNI, 2024). Nesse sentido, está sob estudo a possibilidade de produzir hidrogênio azul no porto fluminense, tendo em vista que o Rio de Janeiro é o maior produtor de gás natural do país (71%), possui a segunda maior malha de distribuição do gás, além de contar com a possibilidade de armazenamento de carbono em poços depletados no pré-sal (Chiappini, 2023). Também se espera que o *cluster* sirva de forma integrativa à produção de “aço verde”⁵⁵ e de ferro-esponja *hot briquetted iron* (HBI), uma vez que possua o terceiro maior terminal de movimentação de minério de ferro do Brasil, como o mineroduto de Minas Gerais (Laguardia, 2022), prevendo-se assim a incorporação do porto de Açu à geopolítica minerária para a transição energética.

O porto de Açu conta com diversos MOUs para projetos da cadeia de valor do hidrogênio verde, estabelecendo parcerias com empresas como Shell (planta-piloto de hidrogênio verde), Vale (produção de ferro-esponja HBI a partir do hidrogênio verde), Equinor (geração de energia solar), Fortescue (geração de energia eólica offshore e planta de hidrogênio verde para produção de aço verde e fertilizantes), SPIC Brasil (geração de energia solar e eólica offshore e plantas de hidrogênio verde e azul), Toyo Setal (fertilizantes), Neoenergia (geração de energia eólica offshore e fabricação e estocagem de materiais), White Martins/Linde (produção de hidrogênio e amônia verdes), Casa dos Ventos e Comerc Eficiência (usina de hidrogênio verde para produzir aço verde) e Petrobras (projeto-piloto de energia eólica offshore) e contratos de reserva com Fuella AS (amônia verde) e HIF Global (e-metanol) (Codin; 2021; Porto de Açu, 2021; 2022; 2023; Caixeta,

⁵⁵ Refere-se ao aço que é produzido a partir do carvão vegetal oriundo de reflorestamento, em vez do carvão mineral, e que incorpora em seu processo produtivo o uso de fornos a arco elétrico. O adjetivo “verde” é atribuído aos produtos que têm quantidade reduzida de emissões de CO₂ em sua produção, mas oculta outros impactos socioambientais gerados por esse processo, como o fato de as árvores reflorestadas serem apenas de espécies exóticas, como o eucalipto, fazendo expandir a monocultura em nome da descarbonização.

2024a; Dyniewicz, 2024; Machado, 2024c; CNI, 2024). De acordo com Andrade, representante da Prumo Logística, a maioria dos projetos devem entrar em operação entre 2028 e 2029 (Dyniewicz, 2024).

Apesar do Rio de Janeiro ser o principal estado sudestino a buscar investimentos para a indústria de hidrogênio verde, outros estados como São Paulo e Minas Gerais também buscam se inserir na nova tendência da transição energética corporativa. O estado de São Paulo, por meio da agência de promoção de investimentos InvestSP, estabelece relações com a Alemanha para se inserir na cadeia de valor internacional da transição energética, fazendo parte do projeto alemão *German Accelerator* São Paulo para oferecer apoio para as empresas que buscam entrar neste mercado (InvestSP, 2024). A estratégia paulista para o hidrogênio verde está atrelada ao plano de diversificação energética do porto de Santos, tendo em vista que o porto é abastecido pela Usina Hidrelétrica de Itatinga, no litoral do estado (Sabino, 2024), que poderá servir de escoadouro da produção da ainda em planejamento ZPE de Cubatão (Shores, 2024).

O estado de Minas Gerais também conta com investimentos para o desenvolvimento da indústria de hidrogênio verde, com foco para o abastecimento do agronegócio e para projetos de pesquisa, tendo em vista que não possui acesso ao mar. O projeto mais avançado é o *Uberaba Green Fertilizer*, da empresa suíça Atlas Agro, que, com um investimento de R\$ 4,3 bilhões, visa a construir uma fábrica de fertilizantes nitrogenados a partir do hidrogênio verde. Previsto para produzir 500 mil toneladas por ano de fertilizantes a partir de 2028, a serem comercializadas para grandes produtores em um raio de até 500 quilômetros, o projeto deve ser levado para outras regiões do país, estimando a replicação deste modelo em até nove fábricas no Brasil (Eixos, 2024). Assim, projeta-se um consumo final de 2,5 GWh anuais de energia renovável, estes que serão fornecidos pelos empreendimentos de energia renovável da Casa dos Ventos (Casa dos Ventos, 2024).

Outro movimento importante realizado por Minas Gerais foi, por meio de sua agência de investimentos InvestMinas, a assinatura de um MOU com a montadora chinesa FTXT/GWM Hydrogen, em um projeto de cooperação para criar infraestrutura de abastecimento de caminhões movidos a hidrogênio verde, no qual os veículos da montadora serão abastecidos no Centro de Hidrogênio Verde da Universidade Federal de Itajubá (Unifei). Dentre os acordos analisados neste estudo, identificamos que se trata, até o

momento, do único acordo com uma empresa internacional que inclui a transferência e intercâmbio de tecnologias associadas ao uso de hidrogênio verde (InvestMinas, 2024).

A região sul também entra na mira do mercado internacional de hidrogênio verde, sobretudo o Rio Grande do Sul. O governo gaúcho estabeleceu o Programa H2V-RS, no âmbito dos Projetos Estruturantes do Plano Rio Grande, visando a atrair investimentos para a produção de hidrogênio e amônia verdes no estado. O programa já conta com parceiras de empresas como White Martins, Ocean Winds, Neoenergia, Equinor, CPFL Energia, Begreen e Mitsubishi (Sema RS, 2024), cujos projetos são previstos para aumentarem o PIB do estado em R\$ 62 bilhões (Sema RS, 2023a). O plano do Rio Grande do Sul para o mercado de hidrogênio verde tem como foco a articulação com a infraestrutura portuária do estado, sobretudo o porto de Rio Grande (Torres, 2024) e o futuro porto meridional de Arroio do Sal (Schandert, 2023), cujas obras são previstas para iniciar em 2025 (Boni, 2024). Assim, o estado foi incorporado ao programa *Green Ports Partnership*, celebrado pela assinatura de um protocolo de intenções entre a empresa pública Portos RS e o Porto de Roterdã (Sema RS, 2023b).

Diante desta conjuntura do avanço da indústria de hidrogênio verde no Brasil, fica evidente que uma estratégia importante que foi adotada por atores estrangeiros foi o estabelecimento de relações bilaterais com os governos estaduais no país, paralelas ou até mesmo anteriores à mobilização do governo federal no tema. A dinâmica de negócios da expansão da transição energética no Brasil, que é pautada pela temporalidade de curtíssimo prazo do mercado, fomentou a regionalização e, portanto, a descentralização da política econômica voltada para esse novo mercado. Assim, o empresariado global do setor justifica a condução descentralizada da expansão de uma nova atividade industrial em um país periférico como o Brasil pela alegada lentidão dos procedimentos burocráticos do âmbito federal, referindo-se à implementação dos marcos legais do hidrogênio verde e da energia eólica offshore. Esse modelo regionalizado é abordado pelos países centrais como uma saída para que o Brasil não seja prejudicado na competição internacional pelas importações europeias, de forma tal como se fosse um favor que as grandes empresas estivessem prestando ao país.

Como resultado, as relações de mercado se antecedem à construção de um plano nacional para a promoção destas indústrias, criando-se um cenário de corrida contra o tempo

que busca ativamente inviabilizar a promoção de debates com o conjunto da sociedade. Esse modelo de negócios se opõe à construção de um programa econômico que esteja alinhado às necessidades da população brasileira, que poderia ser produzido como uma síntese política entre as necessidades particulares de cada território ou região. Assim, o Brasil se insere no contexto da corrida global pela diminuição do custo de produção do hidrogênio para fazer parte das importações europeias não apenas como um país, mas também a partir de seus estados, o que fica evidente ao observar os esforços dos governos estaduais para atrair investimentos externos e a competição interna pelo pioneirismo ou liderança na indústria (JGB, 2024; Lessa, 2024).

Em meio a uma regionalização do desenvolvimento do setor, os estados do Nordeste utilizaram de suas instituições e iniciativas para promover sua diplomacia do hidrogênio e sua política econômica. Nos anos de 2023 e sobretudo 2024, se destacou a atuação do Consórcio Nordeste, instrumento jurídico, político e econômico de integração dos nove estados nordestinos, com objetivo de atrair investimentos conjuntamente, alavancar projetos de forma integrada e articular pactos de governança, nos âmbitos nacional e internacional. A “Carta de Natal”, assinada em janeiro de 2024, é um dos produtos programáticos da governança conjunta da região em relação ao colapso ambiental de forma geral, tendo como principais deliberações a criação do Comitê Científico de Monitoramento e Enfrentamento das Emergências Climáticas, e a priorização da pressão a órgãos federais pela criação do Fundo da Caatinga (Consórcio Nordeste, 2024), o que foi conquistado quatro meses depois (MMA, 2024a).

Uma das iniciativas do Consórcio Nordeste para inserir a região na cadeia de valor do hidrogênio verde foi a assinatura de um acordo com o Banco Mundial para elaboração de um plano de transição energética, com captação de investimentos e financiamento de projetos para os *hubs* de hidrogênio (Andrade, 2023). Durante a presidência de Fátima Bezerra (PT-RN), governadora do Rio Grande do Norte, o viés diplomático do grupo tem sido fortalecido, tendo como um dos marcos a presença de governadores nordestinos na Missão Internacional na Bélgica, em maio de 2024. Nessa ocasião, os governos do Nordeste realizaram acordos de parceria em projetos de energia verde com empresas estrangeiras (Garcia, 2024a), e reuniões com instituições europeias para construir uma agenda comum

para a transição energética entre União Europeia e os estados nordestinos, bem como a assinatura de termo de cooperação técnica com a ApexBrasil (Assecom RN, 2024).

A Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (Sudene) também é uma das instituições regionais que se envolvem na atração de investimentos da transição energética para a região, na medida em que são vistos como oportunidades de reindustrializar o Nordeste. Desta forma, a autarquia reforça o discurso de que “energia não é *commodity*”, buscando inserir a região no âmbito do programa federal Nova Indústria Brasil (NIB) ao incorporar o hidrogênio verde no Plano Regional de Desenvolvimento do Nordeste (Pinheiro, 2024). O Banco do Nordeste é outro ator importante na busca pela inserção da região na cadeia global de valor do hidrogênio verde, tendo em vista seu histórico de financiamentos para a indústria de energias renováveis nordestina. Para tal, o banco formulou um planejamento estratégico para incentivar a atração de investimento em projetos de hidrogênio verde nos próximos 25 anos, estabelecendo parcerias com a Agência Francesa de Desenvolvimento (AFD), o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), o Banco Mundial, o Novo Banco de Desenvolvimento (NDB), a Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) e fundos soberanos (Cabral, 2024).

Para além da mobilização de investimentos, os governos estaduais de diversas regiões do país buscam atender, mesmo que parcialmente, o anseio do mercado internacional por uma regulação específica para este mercado. Nesse sentido, diversas assembleias legislativas iniciaram processos de formulação de legislações a âmbito estadual para o hidrogênio verde, como forma de trazer mais segurança jurídica e previsibilidade econômica para os agentes privados. Esse processo resultou na aprovação de 11 políticas estaduais, 1 plano estadual e 1 programa de incentivo específicos para o hidrogênio verde, conforme Quadro 5. Além dos projetos já sancionados, diversos outros estados têm implementado iniciativas que acenam aos interesses da indústria do hidrogênio verde, como Pará (Santos, 2023), Acre (2024), Tocantins (2024), Mato Grosso (Barros, 2021), Rio Grande do Norte (2025), Rio de Janeiro (2023a; 2023b) São Paulo (Semil SP, 2023).

Quadro 5 - Políticas e planos estaduais brasileiros sancionados para regulação da atividade industrial do hidrogênio de baixa emissão de carbono

Órgão estadual	Lei	Data de implementação
Governo do Estado da Bahia	Decreto nº 21.200 – Plano Estadual para a Economia do Hidrogênio Verde (PLEH2V)	02 de março de 2022
Assembleia Legislativa do Estado da Paraíba (ALEPB)	Lei nº 12.345/22 – Política Pública Estadual na Paraíba do Hidrogênio Verde	20 de junho de 2022
Assembleia Legislativa do Estado de Pernambuco (ALEPE)	Lei nº 17.976/22 - Política Pública Estadual do Hidrogênio Verde	12 de dezembro de 2022
Assembleia Legislativa do Estado do Goiás (ALEGO)	Lei nº 21.767/23 - Política Estadual do Hidrogênio Verde	2 de janeiro de 2023
Assembleia Legislativa do Estado do Paraná (ALEPR)	Lei nº 21.454/23 – Parâmetros de incentivo ao uso de Hidrogênio Renovável no Estado do Paraná	3 de maio de 2023
Governo do Estado do Espírito Santo	Decreto Nº 5416-R - Programa de Geração de Energias Renováveis da cadeia do Hidrogênio Sustentável no estado do Espírito Santo - GERAR Hidrogênio	28 de junho de 2023
Assembleia Legislativa do Estado do Ceará (ALECE)	Lei nº 18.459/23 – Política Estadual do Hidrogênio Verde, Sustentável e seus derivados	11 de setembro de 2023
Assembleia Legislativa do Estado do Piauí (ALEPI)	Lei nº 8.459/24 – Política Pública Estadual do Hidrogênio Verde	25 de julho de 2024
Assembleia Legislativa do Estado de Minas Gerais (ALMG)	Lei nº 24.940/24 – Política Estadual do Hidrogênio de Baixo Carbono e do Hidrogênio Verde	26 de julho de 2024
Assembleia Legislativa do Estado de Alagoas (ALEAL)	Lei nº 9.360/24 – Política Estadual do Hidrogênio Verde do Estado de Alagoas	26 de agosto de 2024
Assembleia Legislativa do Estado de Santa Catarina (ALESC)	Lei nº 19.062/24 – Política Estadual do Hidrogênio Verde	1º de outubro de 2024
Assembleia Legislativa do Estado do Maranhão (ALEMA)	Lei nº 12.444/24 – Política Estadual do Hidrogênio Verde	12 de dezembro de 2024
Assembleia Legislativa do Estado do Amazonas (ALEAM)	Lei nº 7.369/25 - Política Estadual do Hidrogênio Renovável e do Hidrogênio de Baixa Emissão de Carbono	14 de janeiro de 2025

Fonte: elaboração própria a partir de Bahia (2022), Paraíba (2022), Pernambuco (2022), Goiás (2023), Paraná (2023), Espírito Santo (2023), Ceará (2023), Piauí (2024), Minas Gerais (2024), Alagoas (2024), Santa Catarina (2024), Maranhão (2024) e Amazonas (2025)

Sinergicamente ao avanço da indústria do hidrogênio verde, o mercado de energia eólica offshore foi sendo rapidamente aquecido no Brasil. No entanto, apesar de alguns projetos de energia eólica offshore terem sido negociados de forma articulada a projetos de hidrogênio verde, a implementação desta atividade possui particularidades jurídicas que não

viabilizam a mesma agilidade no desenvolvimento do mercado. Isso se dá pois, de acordo com a legislação brasileira, a área nas quais se pode implementar usinas de energia eólica offshore, desde o mar territorial⁵⁶ até as zonas econômicas exclusivas⁵⁷, são considerados bens do Estado brasileiro, este que detém jurisdição e direitos de soberania para fins de produção de energia (Brasil, 2016; Brasil, 1990). Assim, à luz da Constituição Federal, a regulamentação da exploração dos serviços e instalações de energia elétrica, mesmo aqueles gerados a partir da matriz eólica offshore, deverá ser feita por meio de lei promulgada em âmbito federal. Desta forma, a implementação de empreendimentos de energia eólica offshore se trata de um processo mais complexo que a construção de usinas eólicas onshore, já que estas são instaladas predominantemente em terrenos privados e, portanto, não envolve o direito público.

O uso do bem público no Brasil pode assumir três formas: uso comum, uso especial e uso privativo. Este último é o qual se enquadra atualmente o modo de posse do espaço a serem implementadas usinas eólicas offshore. Assim, é necessária a realização de cessão de uso de áreas marítimas para regularizar as ocupações das áreas a serem construídas as usinas e a subsequente assinatura de contratos com a iniciativa privada. No Brasil, esse procedimento é executado por meio da Secretaria de Patrimônio da União (SPU), o qual requer autorização do Presidente da República e é formalizado por meio de termo ou contrato (EPE, 2020).

Para que a cessão de área de posse da União, tal qual o espaço marítimo, seja aprovada pela SPU, um dos pré-requisitos é a licença ambiental, conforme disposto no art. 9º inciso VIII da Portaria nº404/2012 (Brasil, 2012). O licenciamento ambiental no Brasil é de competência do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama), conforme estabelecido no art. 4º da Resolução Conama nº 237/1997 (Brasil, 1997). Desta forma é estabelecido um rito de avaliação do impacto ambiental dos empreendimentos de energia eólica offshore que envolve a apresentação de um Estudo de Impacto Ambiental (EIA), acompanhado de seu respectivo Relatório de Impacto Ambiental

⁵⁶ Conforme disposto no art. 1º da Lei nº 8.617/1993, o mar territorial brasileiro compreende a “faixa de doze milhas marítima de largura, medidas a partir da linha de baixa-mar do litoral continental e insular, tal como indicada nas cartas náuticas de grande escala, reconhecidas oficialmente no Brasil” (Brasil, 1993).

⁵⁷ Conforme disposto no art. 6º da Lei nº 8.617/1993, a zona econômica exclusiva brasileira compreende uma “faixa que se estende das doze às duzentas milhas marítimas, contadas a partir das linhas de base que servem para medir a largura do mar territorial” (Brasil, 1993).

(RIMA). Em seguida, devem ser realizadas audiências públicas, com base nas resoluções do Conama e legislações relacionadas ao tema, para que a população possa participar da tomada de decisão acerca do projeto, sendo um espaço de informação e posicionamento de dúvidas ou questionamentos aos projetos.

Existe, no entanto, uma disputa pela flexibilização dos processos de licenciamento ambiental, que concerne também o setor eólico, sendo uma expressão dela o Relatório Ambiental Simplificado (RAS), prerrogativa legal que possibilita a simplificação da avaliação de impactos ambientais para empreendimentos considerados de baixo potencial poluidor, classificação que fica a critério dos órgãos ambientais de cada estado. Conforme argumentado por Araújo (2024), essa classificação se torna um dos dispositivos de implementação de projetos alinhados à transição energética corporativa, uma vez que um empreendimento avaliado como baixo potencial poluidor por emitir baixos índices de carbono pode prescindir de um processo avaliativo mais detalhado, podendo ocorrer de eventuais impactos ambientais que não entrem na métrica do carbono deixarem de ser avaliados. Esse tensionamento pela flexibilização incide também nos processos de geração de energia eólica offshore no Ibama.

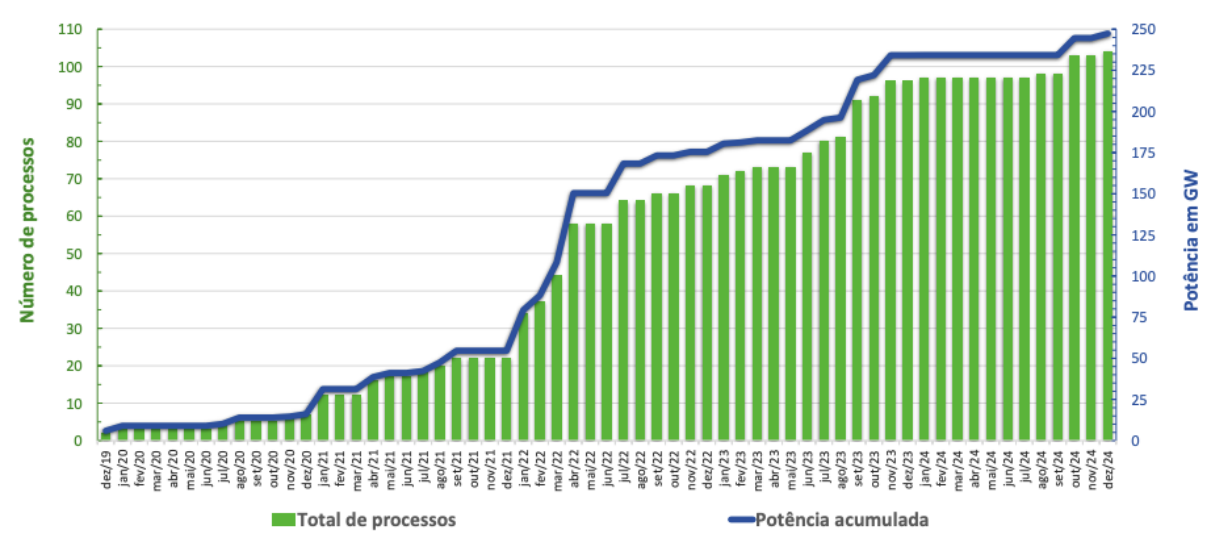
Em 2019, o Ibama abriu um cadastro para registrar os pedidos de interessados em licenciar projetos de energia eólica offshore, os quais devem ser analisados após a sanção do marco legal sobre o tema e a outorga da Aneel. Até o momento de escrita deste trabalho, 104 projetos estão aguardando a emissão de licença ambiental pelo Ibama, sendo as Fichas de Caracterização de Atividade (FCAs) mais antigas os projetos Jangada (CE) e Águas Claras (RS), da empresa espanhola Neoenergia.

Alguns dos elementos que podem influenciar no tempo de análise dos processos são o grau de detalhamento necessário para as análises de empreendimentos recentes no país, frente a uma muito recente legislação sobre o tema, sobretudo em meio ao rápido aumento de novos projetos. Soma-se a isso um cenário de profunda redução do quadro de servidores do Ibama e baixo investimento no órgão ambiental (Observatório do Clima, 2022), além de greves por conta da precarização do serviço público (Martins, 2024). Nesse sentido, os processos registrados junto ao Ibama são atualmente a principal forma de identificar os projetos de energia eólica offshore a serem implementados na costa brasileira, servindo,

devido à sua imponente, como forma de pressionar a aceleração da viabilização destes empreendimentos.

A campanha de propaganda do sistema hidrogênio verde-eólicas offshore teve como resultado uma rápida expansão de projetos de geração de energia pelos ventos em alto-mar na costa brasileira, havendo um crescimento significativo em 2022, sobretudo no primeiro semestre, com 48 novos projetos no ano, como se pode verificar no Gráfico 14. A literatura especializada identifica dois fatores que, somados à campanha estrangeira, levaram ao aumento de processos: o lançamento de um Termo de Referência pelo Ibama que dá as orientações básicas para os estudos de impacto ambiental (Aguiar, 2023) e o decreto assinado no governo Bolsonaro com diretrizes gerais sobre a cessão do espaço marítimo ao setor (Pereira et al, 2024). Desta forma, se em 2020 haviam 6 projetos com processo de licenciamento ambiental aberto no Ibama, em março de 2025 totalizaram 104 projetos, saltando de 9,71 GW da potência somada dos projetos, em 2020, para 247,35 GW, representando um crescimento de 2.443,62% de potência total dos projetos de energia eólica offshore propostos.

Gráfico 14 – Aumento do número e potência dos projetos de energia eólica offshore protocolados no Ibama, entre 2019 e 2024



Fonte: Ibama (2025)

A maioria destes projetos estão situados no Rio Grande do Sul (31 processos que totalizam 78,7 GW de potência e 5.018 turbinas) e no Ceará (26 processos, 66,4 GW, 4.424

turbinas), seguidos pelo Rio de Janeiro (16 processos, 38,7 GW, 2.491 turbinas), Rio Grande do Norte (14 processos, 25,5 GW, 1.680 turbinas), Piauí (7 processos, 15 GW, 983 turbinas), Espírito Santo (6 processos, 11,2 GW, 766 turbinas), Maranhão (3 processos, 6,2 GW, 436 turbinas) e Santa Catarina (1 processo, 5,7 GW, 380 turbinas). Na análise regional, o Nordeste é o foco do maior número de projetos (50), liderando também em maior potência acumulada (113 GW) e maior número de turbinas a serem instaladas (6.011). Em seguida está a região Sul, com 32 projetos, 84,4 GW de capacidade instalada e 5.398 turbinas, e por fim a região Sudeste, com 22 projetos, 49,9 GW de capacidade instalada e 3.257 turbinas, conforme sistematizado no Quadro 6.

Quadro 6 – Mapeamento por região dos processos de energia eólica offshore protocolados no Ibama, até dezembro de 2024

Região	UF	Nº projetos	Potência total (MW)	Nº de turbinas
Nordeste	CE	26	66.367	4.424
	RN	14	25.468	1.680
	PI	7	15.030	983
	MA	3	6.168	436
TOTAL NORDESTE		50	113.033	6.011
Sul	RS	31	78.698	5.018
	SC	1	5.700	380
TOTAL SUL		32	84.398	5.398
Sudeste	RJ	16	38.694	2.491
	ES	6	11.230	766
TOTAL SUDESTE		22	49.924	3.257
TOTAL NACIONAL		104	247.354	16.178

Fonte: elaboração própria, a partir de Ibama (2025)

Um outro elemento importante é a grande quantidade de sobreposições territoriais entre os projetos, em todas as regiões do país. A forma como se posicionam os empreendimentos hoje, que conta atualmente com 48 processos sobrepostos (mais de 60%) por empresas distintas, podendo chegar a até 4 projetos sobrepostos, como se pode ver na Figura 3, tem potencial de levar diversas empresas a disputar espaço em alto-mar. Já foram avaliadas sobreposições não só entre os empreendimentos eólicos, mas entre outras

atividades industriais: de acordo com a Gabriel e Marchesini (2024), as áreas de 3 projetos coincidem com locais onde há poços de petróleo, e outros 21 projetos se sobrepõem a cabos de fibra ótica para transmissão de internet.

Figura 3 – Intensidade de projetos de usinas eólicas offshore sobrepostos no litoral brasileiro, até dezembro de 2024



Fonte: Ibama (2025)

A análise dos processos a partir das empresas proponentes permite observar algumas tendências, conforme sistematizado no Quadro 7. Dentre as empresas que estão na fila de espera do Ibama, a líder em quantidade de projetos e potência instalada é a Petrobras, com 11 processos protocolados (10 comerciais e 1 planta piloto) e 23 GW de capacidade instalada. Já a francesa TotalEnergies é líder em número de turbinas a serem instaladas no total, no total de 1.410 em seus 7 projetos. Em seguida, a japonesa Shizen, a brasileira SPE Bravo e a estadunidense Shell apresentam valores semelhantes em número de projetos (5 a 6), potência total (entre 17 e 18 GW) e número total de turbinas (entre 1.220 e 1.165). Apesar de não serem divulgadas informações oficiais sobre o valor dos investimentos de cada processo, a partir dos dados acima expostos é possível inferir que estas cinco empresas apresentam, de forma genérica, uma estratégia de investimento massivo na expansão da indústria eólica offshore no Brasil, representando 39% do total de projetos. É notável também a não concentração territorial dos investimentos em um só local, tendo em vista que, ao estarem presentes em todos os oito estados nos quais se localizam os projetos protocolados junto ao Ibama, estas empresas apresentam a tendência de alocar seus projetos em diversas regiões da costa brasileira.

Ao analisar as demais empresas que aguardam a licença ambiental do Ibama, é possível identificar algumas faixas de investimento compartilhadas por diferentes empresas, o que permite identificar diferentes níveis de presença frente à expansão da indústria eólica

offshore no Brasil. Em uma primeira faixa intermediária, encontram-se a espanhola e francesa Ocean Wind/Ventos do Atlântico (*joint venture* entre a espanhola EDPR e a francesa Engie), a espanhola Bluefloat e a norueguesa Equinor, que variam de 5 a 7 projetos, em uma faixa de 14,3 e 15,2 GW e número de turbinas de 748 a 1.128. Além disso, também buscam diversificar territorialmente seus investimentos, estando cada uma presente em 4 estados brasileiros. Em seguida, é possível fazer uma equivalência entre os projetos da francesa EDF, da britânica Corio Generation (apresentada do Ibama como Geradora Eólica Brigadeiro), da hispano-brasileira Neoenergia/Iberdrola e da brasileira Monex, estando em uma faixa de 7,9 e 10,3 GW de potência, em projetos de 525 a 491 turbinas, alocados em 3 estados distintos.

A última faixa com empreendimentos financiados por empresas estrangeiras varia de 7,3 a 5,4 GW de potência e de 304 a 487 turbinas, abarcando os processos da empresa AlphaWind Morro Branco Projeto e da dinamarquesa Bosford/PensionDanmark, subsidiária da PensionDanmark, da espanhola Acciona e de Kaanda Rebeca Marques Cunha. Essa faixa é a que apresenta menor semelhança entre os projetos, pois abarcam tanto um único projeto de maior escala (AlphaWind), quanto vários de médio porte em diversas regiões (Acciona e Bosford/PensionDanmark), o que indica diferentes estratégias para uma inserção mais gradual no mercado de energia eólica offshore brasileiro.

As demais empresas que protocolaram projetos de até 5 GW, praticamente todas são brasileiras, dentre as quais constam algumas empresas de governos estaduais, pessoas físicas e plantas-piloto. Além disso, apontamos a dificuldade em identificar a nacionalidade de algumas empresas, como AlphaWind Morro Branco Projeto, Kaanda Rebeca Marques Cunha e Camocim. A única empresa estrangeira que não apresenta um valor massivo em projetos frente ao Ibama é a francesa Qair, contando com apenas 1 projeto no porto de Pecém, no Ceará, de 1,2 GW e 128 turbinas. Isso demonstra uma estratégia da empresa na qual busca abarcar diversas frentes das tendências de eletrificação indireta, uma vez que aposte também em plantas de hidrogênio verde e hidrogênio azul no Brasil além do projeto de energia eólica offshore, conforme apresentado anteriormente. Além disso, vale mencionar que existem projetos de plantas de energia eólica offshore na costa brasileira que ainda não tiveram processos junto ao Ibama, mas que já contam com algum avanço em termos de parcerias comerciais, como o caso da Fortescue, que já possui memorando de entendimento

assinado com o Porto de Açu para eólicas offshore na costa do Rio de Janeiro e Espírito Santo (Porto de Açu, 2021).

Quadro 7 - Mapeamento por empresa dos projetos de energia eólica offshore protocolados no Ibama, até dezembro de 2024

Empresa	País	Potência total (MW)	Nº de turbinas total	Nº de protocolos por UF	Total protocolos
Petrobras	Brasil	22.968	1.276	CE (3), RN (3), RJ (2) ⁵⁸ , ES (1), MA (1), RS (1)	11
TotalEnergies	França	21.150	1.410	RJ (2), RS (2), CE (1), PI (1), RN (1)	7
Shizen	Japão	18.000	1.200	RS (4), CE (2)	6
SPE Bravo	Brasil	17.475	1.165	RS (4), SC (1)	5
Shell	EUA	17.080	1.220	CE (1), ES (1), PI (1), RJ (1), RN (1), RS (1)	6
Ocean Winds/Ventos do Atlântico (EDPR + Engie)	Brasil / Espanha / França	15.229	1.128	RS (2), PI (1), RJ (1), RN (1)	5
Bluefloat	Espanha	14.960	748	RJ (2), RN (2), RS (2), ES (1)	7
Equinor	Noruega	14.370	1.022	CE (2), RS (2), PI (1), RJ (1)	6
Eólica Brasil	Brasil	10.800	720	CE (4)	4
EDF	França	10.311	491	RS (3), CE (1), PI (1)	5
Corio Generation / Geradora Eólica Brigadeiro	Reino Unido	9.840	656	RS (3), CE (1), ES (1)	5
Neoenergia / Iberdrola	Brasil/Espanha	9.000	600	CE (1), RJ (1), RS (1)	3
Monex	Brasil	7.875	525	CE (1), PI (1), RN (1)	3
Bosford / PensionDanmark	Dinamarca	7.305	487	PI (1), RJ (1), RN (1), RS (1)	4
Acciona	Espanha	6.080	304	RS (2), CE (1), RJ (1)	4
Alpha Wind Morro Branco Projeto	Não identificado	6.000	400	CE (1)	1

⁵⁸ Dos dois projetos da Petrobrás no estado do Rio de Janeiro, apenas um é comercial, sendo o outro uma planta piloto com 1 aerogerador de 18 MW.

Kaanda Rebeca Marques Cunha	Brasil	5.388	449	CE (1), MA (1)	2
Companhia Elétrica de Minas Gerais (Cemig)	Brasil	4.500	300	CE (2)	2
Eólica Offshore Caruara	Brasil	3.423	163	RJ (2)	2
Chiri Renovables	Brasil	3.360	240	RS (2)	2
H2 Green Power	Brasil	3.000	200	CE (1)	1
Beta Wind	Brasil	3.000	200	RN (1)	1
Fiabe Participações	Brasil	2.850	190	ES (1)	1
Arpoador Consultoria Energética	Brasil	2.790	186	RS (1)	1
Internacional Energias Renováveis (IER)	Brasil	2.484	207	RN (1)	1
Prumo Logística	Brasil	2.160	144	RJ (1)	1
Votu Winds	Brasil	1.440	144	ES (1)	1
Qair	França	1.216	128	CE (1)	1
Camocim	Não identificado	1.200	100	CE (1)	1
Humberto de Campos	Brasil	720	60	MA (1)	1
Energia Itapipoca	Itália	720	60	CE (1)	1
Pedra Grande	Brasil	624	52	RN (1)	1
SENAI/RN	Brasil	22	2	RN (1)	1
Secretaria de Energia e Economia do Mar/RJ	Brasil	15	1	RJ (1)	1

Fonte: elaboração própria, a partir de Ibama (2025)

Convém destacar a presença da empresa brasileira Eólica Brasil no mercado de energia eólica offshore, com o complexo Asa Branca, que foi o segundo projeto a entrar com protocolo junto ao Ibama, em 2017, e que também é o maior entre os projetos hoje listados. Desenvolvido desde o início dos anos 2000 (Eixos, 2018), o projeto Asa Branca é um grande complexo de 360 mil hectares na costa dos municípios de Amontada, Itarema e Acaraú, no Ceará, que visa a gerar, por meio de 720 aerogeradores, um total de 10,8 GW, que, de acordo com o CEO Marcelo Storrer, representará 10% da energia gerada no Brasil (Serpa, 2022b). Ao ser um dos primeiros projetos protocolados junto ao Ibama, passou por alterações técnicas e foi submetido novamente à análise do órgão ambiental, compreendendo atualmente em 4 processos de licenciamento ambiental, o qual está sendo feito pela consultoria ambiental dinamarquesa Ramboll (Serpa, 2022b).

As 10 usinas que compõem o complexo devem ocupar uma área marítima de 7.224,33 hectares no total, que, somados à faixa marítima de passagem do cabo mar-terra de 230 kV, totaliza 7.243,58 hectares no litoral do município de Amontada. O complexo de Asa

Branca é um dos projetos brasileiros mais próximos da costa⁵⁹: enquanto a maioria se posiciona entre 21 a 40 km de distância do litoral (Ibama, 2025), o empreendimento que custará R\$ 14 bilhões é planejado a operar a uma distância entre 3 km e 8 km da praia, em uma área de 15 km de extensão no continente por 5 km de largura para dentro do oceano, com baixas profundidades (Eixos, 2018; Serpa, 2022). Esse projeto representa dois elementos que tem padronizado a exportação da indústria de eólicas offshore no Brasil: i) a previsão de instalação do complexo muito próxima à costa e, portanto, o emprego de equipamentos que não estão na ponta do desenvolvimento tecnológico do setor, e ii) a integração ao sistema hidrogênio verde-eólicas offshore, tendo em vista a sinalização de Storrer para uma posterior instalação usinas de hidrogênio verde, uma vez que o considera “uma ramificação natural das usinas eólicas offshore” (Mesquita, 2020, s/p).

Até então, houve apenas um projeto cuja licença prévia foi rejeitada pelo Ibama, que até o momento era o processo com licenciamento ambiental mais avançado. A usina de energia eólica offshore Caucaia, a qual era prevista instalação, no município de mesmo nome, um investimento de cerca de R\$ 7 bilhões pela empresa italiana BI Energia, teve a licença prévia rejeitada em agosto de 2020, em função de inconsistências no EIA/RIMA. De acordo com a cobertura de Feitosa (2020), no parecer do órgão ambiental federal são citadas irregularidades jurídicas, como o status irregular da empresa de consultoria, a falta de registro em conselhos de classe de profissionais da consultoria técnica da empresa, além da falta de previsibilidade econômica frente ao modelo da turbina, Haliade-X 12 MW – que também está presente em outros projetos hoje na lista do licenciamento – que ainda está em fase de teste.

Outro fator decisivo para o indeferimento da licença ambiental do projeto da usina de Caucaia foi a irregularidade frente a questões socioambientais, sendo o estudo sobre avaliação de impactos realizado pelo Ibama uma das principais referências (Vasconcelos, 2019). De acordo com o parecer técnico, quilombos localizados no município poderiam ser afetados pela atividade industrial, diante do qual a Fundação Palmares solicitou que fosse realizado um estudo específico sobre os assentamentos quilombolas da região. Além disso,

⁵⁹ Apesar de não constar a proximidade da costa de cada projeto, aqueles que, ao observar o mapa, identificamos como alocados em uma posição extremamente próxima à costa ao analisar o mapa disponibilizado pelo Ibama (2025) são: i) Bravo Vento, da SPE Bravo Vento, no Rio Grande do Sul, que no mapa aparenta estar quase sobreposto à costa; ii) Tramandaí Offshore, da Ventos do Atlântico, também no Rio Grande do Sul; iii) Mar de Minas I, da CEMIG, no Ceará; iv) Ventos do Atlântico, da companhia de mesmo nome, no Rio de Janeiro.

o Ibama apontou que as comunidades de pescadores e suas áreas de pesca situadas a leste da linha de transmissão e dos aerogeradores semi-offshore não foram mapeadas. Diante destes elementos, o Ibama classificou o estudo ambiental da usina de Caucaia como “incapaz de subsidiar o órgão ambiental na tomada de decisão” (Feitosa, 2020).

Os elementos abordados pelo Ibama para negar a licença ambiental da usina de Caucaia vão de encontro a toda uma literatura especializada produzida no Brasil que aponta para potenciais impactos, danos e violências gerados pela expansão da indústria de energia eólica offshore na costa brasileira, nos termos dados até então (Gorayeb et al, 2019; Vasconcelos, 2019; Araújo et al, 2020; Gorayeb, 2022; Evangelista et al, 2022; Cox; Nogueira, 2023; Lacerda, 2023; Faustino et al, 2023; Furtado; Paim, 2024; Araújo, 2024b; Fante, 2024; Pereira et al, 2024; Silva; Hofstaetter, 2024; Silva, 2024; Nordeste Potência, 2024; Freitas, 2024). A partir da análise desse referencial bibliográfico, é possível identificar uma série de ameaças sistêmicas, que ultrapassam as esferas local, regional ou nacional, uma vez que perpassam três âmbitos interrelacionados: i) modos de vida de comunidades e ecossistemas locais; ii) biomas e condições de adaptação humana na Terra, iii) autonomia dos povos e soberania nacional.

Ainda não existe um acúmulo de estudos sobre os impactos ambientais da implantação de usinas eólicas offshore no mundo que seja robusto o suficiente para prever as consequências do avanço dessa indústria. Em se tratando da costa brasileira, os efeitos são ainda menos conhecidos, devido à ausência de evidências empíricas (Instituto Terramar, 2021; Cox; Nogueira, 2023; Faustino et al, 2023; Aguiar, 2024). Embora já tenham sido realizados alguns mapeamentos de possíveis impactos decorrentes da geração de energia eólica em alto-mar⁶⁰, são poucos os estudos que buscam prever os potenciais impactos e efeitos de empreendimentos desta magnitude, o que contrasta com a avidez do setor privado e a chancela de governos brasileiros frente a estes empreendimentos.

Os resultados aferidos na literatura indicaram possíveis impactos em todas as fases da produção – planejamento, instalação e operação -, sendo destrinchadas mais de 20 atividades que podem gerar uma série de impactos negativos para o ecossistema marinho

⁶⁰ Dentre os métodos já empregados, estão a revisão de informações previamente existentes para a área do empreendimento e entorno, dados de rastreamento remoto, modelos de riscos (Bugoni et al, 2022), e o cruzamento entre os resultados obtidos na análise de outras atividades da indústria offshore no Brasil, como infraestrutura portuária e exploração e produção de petróleo e gás, com os impactos averiguados em regiões que já receberam a atividade eólica offshore, sobretudo a Europa (Cox; Nogueira, 2023).

local, para as infraestruturas terrestre e costeira da região, para a população local e turistas, e bem como efeitos que afetam a vida no planeta de forma geral. Em relação ao ecossistema marinho, foram identificados fatores que deterioram a qualidade da água, como derramamento acidental ou vazamento de substâncias contaminantes, geração de efluentes oleosos e resíduos sólidos das embarcações e do processo de instalação das bases de apoio. Também se reconheceu a criação de um campo eletromagnético decorrente da instalação das estruturas em alto-mar, o que requer monitoramento e estudos para identificar impactos associados (Cox; Nogueira, 2023).

Faustino et al (2023) destacam a importância da conservação das áreas úmidas para a vida das espécies do ambiente marítimo, estas que geram uma série de benefícios ecossistêmicos não só às comunidades locais, mas também ao conjunto da sociedade, entre elas: mitigar efeitos das mudanças climáticas pelo sequestro de carbono, atenuar a erosão costeira excessiva, proteção do litoral e auxílio à redução do risco de tempestades e aumento do nível do mar. Tendo isso em vista, gera preocupação os diversos desequilíbrios da estrutura de comunidades aquáticas e funções ecossistêmicas identificados por Cox e Nogueira (2023), que se apresentam em todas as etapas do empreendimento. Durante o período de instalação da estrutura industrial, foram levantados impactos como atropelamento e afugentamento de fauna, destruição de ninhos na faixa de areia, abalroamento acidental de mamíferos e quelônios, alteração do comportamento da biota, redução das populações de espécies nativas pela introdução e dispersão de espécies exóticas, perda de habitat e morte de indivíduos bentônicos, danos a comunidades de recifes de algas calcárias e corais, ao banco de moluscos, algas e plantas aquáticas.

Durante o funcionamento das turbinas e de subestação offshore (quando houver), Cox e Nogueira (2023) apontaram para a alteração comportamental da fauna marinha pela geração de ruído e vibração, desvio das rotas de desova de tartarugas e atração de aves marinhas pela alteração da luminosidade e efeito estroboscópico (luz e sombra), bem como a atração de morcegos e obstáculos para aves marinhas que podem levar à perda de indivíduos e alterações de comportamento. Dentre as aves marinhas e costeiras alocadas em regiões de interesse da indústria eólica offshore, Bugoni et al (2022) identificaram 103 espécies que apresentam risco de colisão e 58 espécies com risco de alteração ou perda de habitat com a instalação dos complexos eólicos offshore.

Diante destes estudos, o avanço da geração de energia eólica em alto-mar representa tanto impactos ambientais pela própria nova atividade empreendida, quanto pelo fato de se somar aos impactos gerados nas usinas eólicas em terra, estes que alteraram significativamente sua morfologia, topografia e fisionomia, gerando desequilíbrios da fauna, flora e ecossistemas nos manguezais e na mata ciliar, a ponto de causar danos irreversíveis a biomas como Cerrado e Caatinga (Meireles, 2011; Pinto et al, 2014; Gorayeb et al, 2019; Lima, 2020). Essa acumulação de impactos se dá sobretudo em comunidades que são atingidas por ambos empreendimentos do mercado eólico, como o dramático caso da comunidade de Enxu Queimado, no Rio Grande do Norte (Pereira et al, 2024).

Além disso, alguns impactos observados nos empreendimentos eólicos onshore são previstos a serem replicados nos projetos offshore, tendo em vista que não há somente operações e instalação de equipamentos dentro do oceano, mas também no continente, como a subestação onshore para conversão da energia, a instalação de cabos, extensas linhas de transmissão (Cox; Nogueira, 2023), bem como a demanda por construir infraestruturas portuárias para exportação. Nesse sentido, Faustino et al (2023) sinalizam os riscos implicados às zonas úmidas dos territórios litorâneos pela demanda de extensas áreas no continente para servir de base para a operação, em atividades como armazenamento, transporte terrestre e marinho, e atracação de navios.

Haja vista as consideráveis alterações nos ecossistemas marinhos que são esperados com o avanço desta indústria em alto-mar, toda a literatura selecionada sinalizou para o impacto direto que as eólicas offshore causarão na pesca artesanal brasileira, sendo esta uma das principais implicações diretas dessa nova fronteira de expansão do mercado eólico. A pesca artesanal é uma atividade milenar que é responsável por quase metade (47,2%) da atividade pesqueira nacional e adquirindo grande importância na produção regional, totalizando 65,1% da pesca na região nordeste (chegando a 98,4% no estado do Maranhão), 30,9% na região sudeste e 23,6% no Rio Grande do Sul (Ibama, 2009). A Lagoa dos Patos, no Rio Grande do Sul, no qual se planeja implantar dezenas de projetos eólicos offshore, é o sistema lagunar mais extenso da América Latina, e abriga mais de 50% das pescadoras artesanais, totalizando 13.500 pessoas que utilizam o território para reprodução material e cultural (Evangelista et al, 2022; Fante, 2024). Já no Ceará, são 324 comunidades costeiras

que dependem direta e indiretamente da pesca artesanal, as quais boa parte apresenta receio frente às eólicas no mar (Semace, 2020).

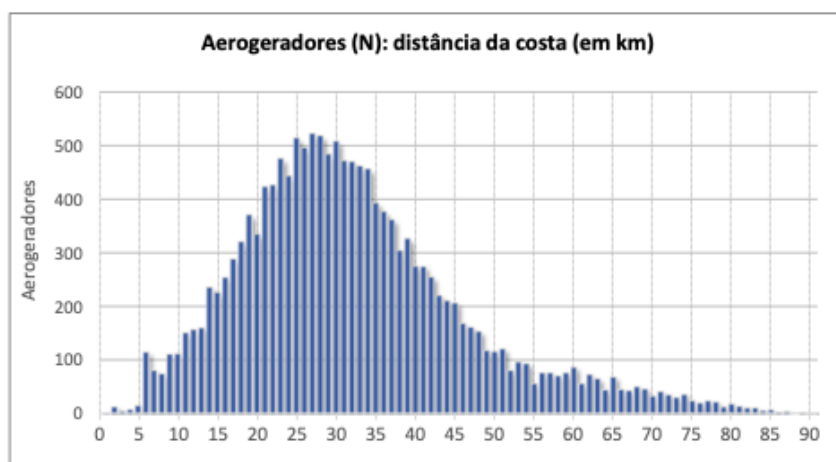
De acordo com estudos em países que possuem usinas eólicas offshore, a restrição do acesso ao entorno das turbinas é uma realidade: a área circunscrita para a operação desta atividade torna-se uma área restrita, sendo estabelecida uma zona de segurança com uma distância mínima de afastamento, a qual não é permitido o acesso para além de embarcações autorizadas (Vasconcelos, 2019). Soma-se a isso a tendência de aumento das dimensões nos modelos de turbinas eólicas offshore, estando posto um aumento mundial do diâmetro das turbinas em 23% e da altura das instalações em 19% (Díaz; Soares, 2020), de modo a capturar a maior quantidade de vento possível. Frente a esses elementos, pescadores de comunidades costeiras demonstram preocupação frente às áreas de exclusão na cercania dos aerogeradores (Semace, 2020; Xavier et al, 2020). Gorayeb aponta que, caso se concretizem os empreendimentos junto ao Ibama, pode-se criar uma espécie de “paredão” nas costas estaduais (Aguiar, 2023), o que afeta diretamente a dinâmica da pesca artesanal, na qual predominam embarcações a vela que percorrem longas distâncias. No Ceará, cerca de 70% das embarcações é movida a vela, mais adequada e viável economicamente no contexto dos mares tropicais, que possuem estoques pesqueiros caracterizados por volumes de captura baixos e uma alta diversidade de espécies, lhes possibilitando percorrer vastas áreas e capturar diversas espécies em pequenas quantidades (Faustino et al, 2023). Conforme Araújo (2024), o trajeto das jangadas não é realizado linearmente, mas sim em ziguezague, sendo o acompanhamento das correntes marítimas e ritmos das ondas e ventos parte da cultura pesqueira cearense.

Dada a importância da pesca artesanal na economia, na cultura e na nutrição das populações do litoral brasileiro, o conjunto da literatura aponta para os efeitos que a restrição ou limitação do acesso ao mar poderia gerar para os estados e municípios costeiros, sobretudo as comunidades que vivem diretamente da pesca, como a perda da soberania alimentar, a diminuição do turismo na região e o aumento de desempregos diretos e indiretos (Cox; Nogueira, 2023; Silva; Hofstaetter, 2024; Nordeste Potência, 2024). O comprometimento da variabilidade de espécies de peixes prejudica tanto a alimentação diária da população local, quanto afeta o abastecimento estadual de pescado. Assim, regiões que possuem grande parte de sua dinâmica econômica vinculada ao turismo, sobretudo o

Nordeste, se veem prejudicadas pela quantidade e magnitude dos projetos eólicos no oceano. Nessa direção, Faustino et al (2023) apontam para o impacto que as usinas causarão nas paisagens e atrativos naturais que mobilizam o turismo nessas regiões, tendo em vista que os “paredões” de aerogeradores no horizonte marinho geram um efeito “paliteiro”, bem como a restrição de esportes aquáticos e outras atividades que representam importantes fontes de renda das comunidades locais.

Outro elemento que foi recorrentemente levantado na literatura selecionada foi a proximidade das usinas à costa, como já apresentado no caso do complexo de Asa Branca. Enquanto a distância média de usinas eólicas offshore já construídas da costa de países como a Alemanha estão em uma média de 54 km (Vasconcelos, 2019), no Brasil, a maioria dos projetos que, se viabilizados, serão construídos em alguns pares de anos, está entre 25 e 40 km da costa, conforme apresentado no Gráfico 15.

Gráfico 15 – Distância de aerogeradores da costa dos processos de eólicas offshore junto ao Ibama, até dezembro de 2024

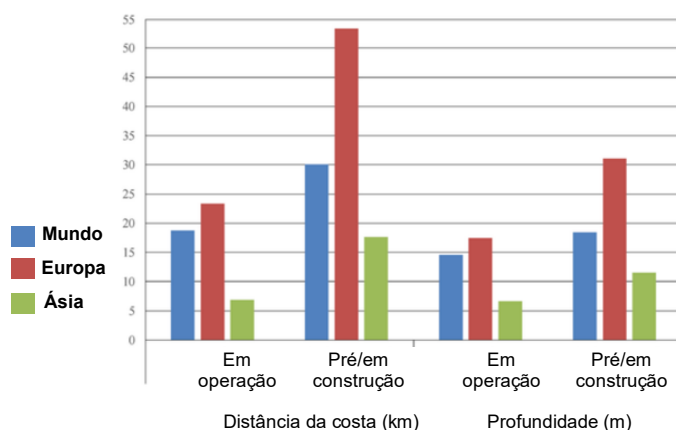


Fonte: Ibama (2025)

Tendo isso em vista, a fronteira tecnológica do mercado eólico offshore mundial, conforme Gráfico 16, é se afastar da costa (38% mais distante) e operar em profundidades maiores (21% mais profundo), sobretudo na Europa (Díaz; Soares, 2020), de modo a, por meio das plataformas flutuantes, equipamentos na ponta da inovação tecnológica do setor, otimizar a captação dos ventos e transformá-los em eletricidade de forma mais produtiva e, portanto, mais lucrativa. Além disso, o uso de plataformas flutuantes e o distanciamento da

plataforma continental gera menos impactos à biodiversidade marinha, tendo em vista que não é necessário fazer perfurações no solo oceânico, bem como menos conflitos com a população local, que não são afetadas pela proximidade do complexo industrial (Irena, 2024d).

Gráfico 16 – Evolução da distância da costa e da profundidade em projetos de eólicas offshore no mundo



Fonte: traduzido de Díaz e Soares (2020)

A comparação entre o futuro do mercado eólico no Brasil e na Europa nos permite traçar um nítido direcionamento do caráter imperialista do processo de expansão da indústria eólica offshore global. A história da industrialização brasileira é marcada pela importação de equipamentos tecnicamente obsoletos no mercado mundial, junto dos desequilíbrios sociais e ambientais que carregam (Mello, 2004; Murratt, 2021). A partir das evidências aqui compiladas, o sistema hidrogênio verde-eólicas offshore caminha para se expandir com base na mesma premissa da dinâmica imperialista que opera há séculos, na qual apenas é facilitado a países da periferia do capitalismo o acesso de tecnologias em vias de se tornarem obsoletas ou abandonadas pelos países centrais (Mello, 2024). O ritmo frenético da dinâmica capitalista torna tecnologias obsoletas em pouco tempo, sendo uma necessidade para os países mais industrializados exportarem o capital excedente, que são os equipamentos que antecedem as inovações de ponta, para os países de industrialização mais recente, como forma não apenas de assegurar seu domínio sobre a produção local, mas também de garantir a apropriação dos recursos naturais desses países (Murratt, 2021). A mesma dinâmica pode

ser observada na dinâmica capital-imperialista, em que a urgência do combate às mudanças climáticas é utilizada como forma de acelerar a reposição de capital fixo via tendências do capitalismo verde.

Essa dinâmica intrínseca à expansão do capitalismo mundial e da produção oligopolizada é a base da globalização e da cadeia global de valor, uma vez que baseie a integração entre países centrais e países periféricos na subordinação tecnológica (Mello, 2004). A História demonstra que a crença de que o desenvolvimento da capacidade produtiva nacional reside na entrada de capital estrangeiro se trata de uma tragédia anunciada: delegar toda potência criativa aos países dominantes restringe o horizonte econômico, político, social e cultural de países do Sul global à industrialização capitalista. Assim, se estrangula qualquer possibilidade do país olhar para dentro de si, entender sua população e suas necessidades, e a partir disso construir coletivamente formas de produção da vida por e para aqueles que vivem dentro de suas fronteiras. A dinâmica de exportação de capitais via investimento estrangeiro absolutiza o progresso tecnológico ao maquinário obsoleto dos países do Norte global, tendo como consequência a perda de parte de sua autonomia e soberania, aumentando a já elevada taxa de exploração da região (Murratt, 2021).

Pesquisadores já têm apontado para essa importação de obsolescências da indústria eólica offshore dos países centrais, apontando que o Brasil está servindo de descarte para as torres eólicas ultrapassadas e trazendo consigo os impactos ambientais que acarretam (Freitas, 2024). Essa divisão do maquinário industrial da geração de energia em alto-mar em tecnologia de ponta, para o Norte global, e maquinários de baixo custo e fácil instalação, para o Sul global, atende à estratégia europeia de buscar pelo hidrogênio verde mais barato do mundo, meta que países periféricos correm visando à atração de investimentos estrangeiros, sendo os impactos socioambientais um fator secundário na tomada de decisão (Lacerda, 2023). A busca pela competitividade no mercado do hidrogênio verde se insere no contexto das cadeias globais de valor sob o capital-imperialismo, corroborando o argumento de Saludjian et al (2020) de que a inserção de indústrias nacionais na cadeia global de valor via investimento estrangeiro direto aprofunda as desigualdades entre países centrais e periféricos, haja vista a reprodução da exploração de trabalho no Sul global, o estímulo à movimentação e fuga de capitais e mais valor e a exportação de danos ambientais.

Tendo isso em vista, a aproximação dos projetos eólicos offshore no Brasil do seu litoral põe em risco o usufruto da maior sociobiodiversidade da faixa entre 10 a 15 km mais próximas da praia por pescadores e pela população local, para em seu lugar alocar o maquinário da indústria renovável (Xavier et al, 2020; Faustino et al, 2023; Araújo, 2024b). A privatização de áreas de uso comum se dá em nome de uma produção que sequer chega à costa, tendo em vista que a maioria dos projetos são voltados para a produção de hidrogênio verde para exportação. Ao mesmo tempo, a comunidade vê o seu custo de vida subir por conta da especulação imobiliária gerada por esta mobilização de capital, levando inclusive ao aumento do custo da energia elétrica (Lacerda, 2023).

Como resultado, as comunidades se veem vulnerabilizadas pelas ausências de garantias jurídicas e pela falta de informação sobre as mudanças que estes empreendimentos acarretarão em suas comunidades (Semace, 2020; Fante, 2024), tendo em vista que, a partir da conjuntura de avanço dessa indústria no Brasil já apresentada, não foram atores centrais nos processos decisórios (Sobreira, 2023; CPP, 2023). A falta de participação popular e de procedimentos democráticos é uma das denúncias centrais apresentadas no conjunto referencial selecionado, sendo alegada a indiferença dos tomadores de decisão dos projetos até então postos frente ao direito de consulta prévia, livre e informada que as populações locais detêm, conforme previsto na Convenção 169 da Organização Internacional do Trabalho (OIT), a qual o Brasil é signatário (Evangelista et al, 2022; Faustino et al, 2023; Nordeste Potência, 2024).

No entanto, quando existe um processo de abordagem das empresas à população local, um efeito observado é o de eventuais cisões entre moradores, decorrente dos posicionamentos divergentes frente aos empreendimentos, sendo sobretudo causadas pela falta de informações e métodos pouco transparentes. Assim, a população dos municípios costeiros se divide entre aqueles que se opõem a estes empreendimentos, devido aos impactos e desequilíbrios por eles causados, e entre aqueles que são favoráveis aos projetos, pelo entendimento de que estes trarão emprego e renda (Gorayeb et al, 2022). Nesse sentido, o avanço das eólicas offshore tem provocado a reconfiguração da organização política das comunidades litorâneas, uma vez que venha gerando antagonismos entre moradores que compartilham uma trajetória de vivência comunitária.

As tensões entre comunidades costeiras e grandes corporações nacionais e internacionais chanceladas pelo Estado se somam a um histórico de conflitos socioambientais no Brasil, os quais opuseram a população do litoral brasileiro ao avanço de diversas atividades industriais, como extração de petróleo e gás, pesca empresarial, carcinicultura e complexos portuários (Acselrad, 2004; Pinto et al, 2014). O avanço da fronteira extrativa e industrial nas áreas hoje são visadas para empreendimentos eólicos offshore têm colocado em risco o modo de vida comunitário baseado em relações de subsistência, coletivização do uso da terra e do mar, na soberania alimentar e em relações ancestrais, consistindo em um processo de penetração das relações sociais capitalistas em populações tradicionais de pescadores, ribeirinhos, camponeses, povos do mar, quilombolas e indígenas (Pinto et al, 2014; Lacerda, 2023).

Somente nas margens da Lagoa dos Patos, estão instaladas, além das comunidades de pesca artesanal, ao menos 9 comunidades quilombolas reconhecidas pela Fundação Cultural Palmares, no chamado Litoral Negro (Evangelista et al, 2022), e comunidades indígenas Mbyá-Guarani (SDPI RS, 2014). Já na costa cearense, o diagnóstico social elaborado pelo governo do estado identificou, dentre as mais de trezentas comunidades tradicionais, 22 terras indígenas e 11 quilombos, sendo 6 destes já reconhecidos pela Fundação Cultural Palmares (Semace, 2020). Os modos de vida das populações indígenas e quilombolas, os quais o estudo do Instituto Socioambiental (ISA) apresenta que preservam, respectivamente, 89% e 49% dos biomas nos quais estão presentes (Oviedo; Doblas, 2022), correm risco de ter o contexto vigente de violência e pressão ambiental ainda mais agravado frente a novas incursões do capital em seus territórios (Cimi, 2023; Oviedo et al, 2024).

Diante disso, Faustino et al (2023) apontam para o risco de aumento do grau de dependência destas comunidades a empresas que passam a ocupar seus territórios, uma vez que, por decorrência da supressão da biodiversidade e da emergência de conflitos socioambientais, são sucessivamente minadas as possibilidades de organização sócio-territorial por meio de seus conhecimentos e práticas tradicionais. Nesse sentido, o conjunto de alterações que o planejamento, a instalação e a operação das usinas eólicas offshore apresentam nas relações sociais destas comunidades geram temor nas populações costeiras, haja vista a intensificação da violência e o tensionamento social que o avanço das eólicas onshore tem gerado no campesinato brasileiro (Lima, 2022; Gorayeb et al, 2022; Araújo,

2024b), como apresentado no documentário “Filhos do Vento: Energia Eólica e Impactos Socioambientais no Quilombo do Cumbe” (Filhos do Vento, 2025).

Diante dos desequilíbrios sociais, culturais, econômicos, políticos que a chegada da indústria de renováveis tem causado nas comunidades tradicionais, os quais se colocam em continuidade e aprofundamento com o avanço das eólicas offshore, diversos pesquisadores e pessoas atingidas entendem que esse avanço se dá com base no racismo ambiental (Instituto Terramar, 2021; Araujo, 2024; Fante, 2024). A manifestação dessa forma de dominação se dá pela criação de um consenso na opinião pública de que a produção de hidrogênio verde e a entrada no mercado de eólicas offshore é um dever nacional para combater as mudanças climáticas e se integrar na economia global, mesmo que crie zonas de sacrifício que terão de lidar com os prejuízos do alegado “progresso técnico-científico” (Chavis Jr., 1993; Bullard, 2001). O racismo ambiental opera pela normalização da desproporcionalidade dos prejuízos da expansão da indústria eólica offshore no Brasil a comunidades de pescadores artesanais, quilombolas, indígenas e povos do mar, estas majoritariamente compostas por pessoas não-brancas, que organizam sua existência a partir de outra matriz ontológica que não a da branquitude vinculada à dinâmica do capital.

Assim, seus modos de vida se tornam descartáveis frente à imponente dos empreendimentos em alto-mar, sendo perpetuada a lógica colonial de desumanização das pessoas que potencialmente serão atingidas pelo avanço desta indústria, devido à sistemática violação de direitos e alijamento dos processos de tomada de decisão de políticas socioambientais. A racionalidade subjacente ao racismo ambiental, dada sua raiz colonial, impõe a dominação e subordinação dos povos a ele submetidos, sendo a violência o principal dispositivo; essa dinâmica é identificada na implementação pelas empresas e pelos aparelhos estatais de um “estado de tensão permanente” (Fanon, 1968) nas comunidades, mesmo antes da implementação dos maquinários, tendo em vista que a qualquer momento os territórios podem ver a aprovação da construção de megaempreendimentos que potencialmente mudarão o meio em que vivem de forma irrevogável.

De forma a organizar o trabalho que já ocorria há décadas de combate desse estado de coisas e de disputa dessa correlação de forças, o Movimento dos Atingidos por Renováveis (MAR) é criado. No contexto do “I Seminário Vozes dos Territórios por uma Transição Energética Justa e Solidária”, nos dias 25 a 27 de outubro de 2023, os

representantes das comunidades e dos territórios presentes, junto de atores sociais que se somam na luta política, inauguram o MAR como ferramenta para promover a articulação entre as comunidades atingidas, as organizações sociais parceiras pelos estados do Nordeste (Moura et al, 2024). Na carta “Manifesto das vozes dos territórios por uma transição energética justa e popular”, que acompanhou sua criação, 79 organizações denunciam este modelo de produção energética que tem avançado sobre seus territórios, apontando para a insegurança alimentar oriunda do desrespeito com os ecossistemas e modos de vidas os quais se sobrepõem, bem como exigem de diversas esferas governamentais a garantia de seus direitos de participação popular nas tomadas de decisões destes processos (Manifesto, 2023).

Desta forma, o movimento se articula entre as diversas organizações e pessoas que veem com preocupação o avanço da energia eólica offshore no Brasil, buscando disputar a predominância do programa trazido da Europa para fomento do hidrogênio verde que foi rapidamente acatado pelas associações patronais e governos estaduais entre os anos 2021 e 2024 (Oliveira, 2024b). É diante desse cenário que o governo Lula assume o Executivo federal em janeiro de 2023, justamente no ano em que a pressão externa para a criação de um marco legal se intensifica no país.

4.2 A estratégia brasileira para o hidrogênio e a abdicação de um programa popular no primeiro biênio do governo Lula III

Para contextualizar a correlação de forças que condiciona a postura do governo federal e a disputa no parlamento brasileiro acerca dos marcos do hidrogênio verde e das eólicas offshore, faremos uma breve caracterização do terceiro mandato de Luiz Inácio Lula da Silva iniciado em 2023, o qual nos referiremos como Lula III.

O Partido dos Trabalhadores (PT) adotou, desde a década de 1980, a estratégia democrático-popular (EDP), que se baseia, conforme Mansur (2023), no entendimento de que a derrota da dominação burguesa se daria exclusivamente por uma aliança de classes entre trabalhadores assalariados, camadas médias e o campo. Nesse sentido, seria função do governo democrático-popular assumir tarefas de caráter anti-imperialista, antilatifundiário e antimonopólico, impondo reformas sociais e econômicas estruturais, como caminho de superação do capitalismo. No entanto, a EDP foi sendo transmutada de seu caráter “rupturista” para uma versão presumidamente gradual, “condenando uma relação tática com

a democracia, afirmando-a como um valor estratégico” (Mansur, 2023, p. 54). Petrone (2023) identifica essa guinada pós-Constituinte como uma adesão parcial ao projeto liberal, de forma a nunca de fato ter sido concretizada a proposta disruptiva que outrora se comprometera.

Como resultado, a EDP reapresenta os limites da concepção que se propunha a superar, levando os governos petistas ao estabelecimento de alianças com a grande burguesia monopolista, os quais abdicam da proposição de um programa próprio e anti-capitalista em troca da governabilidade (Iasi, 2023). Como consequência, foi entregue à burguesia a direção política do Brasil, mesmo em cenários os quais esta se coloca como adversário político. Diante desta renúncia, os governos petistas se afastam do socialismo e adotam o fundamento keynesiano de que o capitalismo poderia ser superado por uma política distributivista (Mansur, 2023), o que Fontes (2023) denomina como proposta “mercantil-filantrópica”.

A transformação do EDP no desenvolvimento do próprio capitalismo leva a uma mudança de paradigma: “o termo vai ser outro – agora é o *desenvolvimento*; e que a expansão do desenvolvimento do capitalismo resolveria o problema. Qual é o lastro de definição do que é capitalismo, nesse caso? (...) É a própria burguesia definindo a política de Estado” (Fontes, 2023, p. 140). A lógica desenvolvimentista dos governos petistas reside justamente no elemento que concretiza um pacto de classes, sendo o crescimento econômico a moeda que permite a transação entre os lucros do capital monopolista e a atenuação das disparidades sociais. A elaboração da política nacional brasileira, entregue à burguesia, acaba por se tornar um palco no qual essas burguesias “estão disputando para onde vão os recursos públicos” (Fontes, 2023, p. 145), restando ao governo federal buscar mediar esse cenário já posto *a priori*.

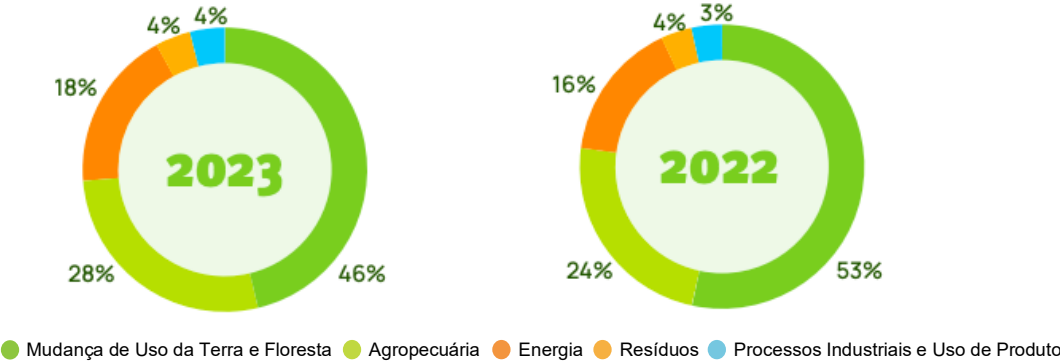
Diante destas condições, a pauta ambiental no Brasil, ao ser sobreposta pela insígnia do desenvolvimento sustentável, também se torna cronicamente submetida à agenda do capital internacional. O governo Lula III colocou de forma bastante explícita a pauta ambiental como uma das bandeiras principais de seu novo mandato, buscando recuperar a visão internacional do Brasil como líder na governança climática global, frente ao profundo retrocesso no tema nos governos de Michel Temer e Jair Bolsonaro (IHU, 2017; Sauer et al, 2020; Observatório do Clima, 2022). Essa recuperação da imagem de uma potência sustentável vem cada vez mais servindo como método para atrair fontes de financiamento

ambiental, como emissão de títulos, disponibilidade de linhas de créditos e criação de fundos (Ganaka, 2024).

Como resultado, somam-se diversas outras parcerias firmadas em foros internacionais, como a inédita declaração conjunta entre os ministros da Clean Energy Ministerial (CEM) e da Mission Innovation (MI-9) firmando compromissos de mais de US\$ 20 bilhões com a aceleração da transição energética, o qual o Brasil foi anfitrião. Assim, o Brasil passa a integrar espaços a co-presidência do Fórum de Comércio Internacional de Hidrogênio (MME, 2024d), e a usar a presidência do G20 para articulações como o “Pacto Energético da Organização das Nações Unidas para uma transição energética justa e inclusiva” (MME, 2024e), cada vez mais consolidando a mobilização global da pauta climática como principal política ambiental.

Como consequência dessa estruturação de política ambiental, a pauta é submetida às medidas concernentes às economias centrais, cujas contribuições ao colapso ambiental se dão a partir de outras atividades produtivas. Se nos países que estão entre os maiores emissores de gases do efeito estufa, as emissões se concentram nos setores de transporte e processos industriais de energia e transformação (JRC, 2024), no Brasil o cenário é diferente. Embora seja o quinto maior emissor de gases do efeito estufa do mundo (3,1%), a origem de suas emissões se dá historicamente pela alteração no uso da terra, seguida pela agropecuária. De acordo com o relatório do Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SEEG), no ano de 2023, as mudanças no uso da terra corresponderam a 46% das emissões brasileiras, ao passo que a agricultura correspondeu a 28% (SEEG, 2024), conforme Gráfico 17.

Gráfico 17 - Participação dos setores no perfil das emissões brasileiras em 2022 e 2023



Fonte: adaptado de SEEG (2024)

De acordo com o SEEG (2024), 98% do total das emissões brutas de mudanças do uso da terra em 2023 provieram do desmatamento dos biomas brasileiros, correspondendo a 1,04 bilhão de toneladas de CO₂e. A atividade que historicamente consolidou a prática de desmatamento no Brasil foi a agropecuária, haja vista que, de 1987 a 2020, 90% da área desmatada na Amazônia brasileira teve como primeiro uso a pastagem (77% da área desmatada em 2020), conforme dados do MapBiomass (2024). A área amazônica desmatada também deu espaço para um aumento vertiginoso do uso agrícola a partir de 2004, com a implementação de lavouras temporárias de soja (80,5%, em 2023) e cana-de-açúcar (1,23%).

Tendo isso em vista, o modo de produção da agropecuária, consolidado pelo grupo político-econômico do agronegócio (Pompeia, 2021), corresponde a 74% do total de emissões de gases do efeito estufa no Brasil, pela somatória das emissões por mudança de uso da terra e agropecuária, o que levou o Brasil a alcançar a posição de sexto maior emissor de gases de efeito estufa no mundo (JCR, 2024). Nesse sentido, a devastação dos biomas brasileiros para a expansão do setor agropecuário segue em movimento ascendente: conforme os dados do SEEG (2024), com exceção da Amazônia e do Pampa (queda de 15%), todos os biomas tiveram alta expressiva nas emissões por desmatamento em 2023: o maior crescimento do desmatamento foi registrado no Pantanal, sendo registrado um aumento de 86%; no Cerrado, o crescimento foi de 23%, o qual é apontado como um “vazamento” após a contenção dos desmatamentos na Amazônia; na Caatinga, bioma exclusivamente brasileiro, o crescimento do desmatamento foi de 11%, e na Mata Atlântica o aumento foi de 4%. Já o setor de agropecuária teve, em 2023, seu quarto recorde consecutivo de emissões, com um aumento de 2,2%, devido ao aumento do rebanho bovino. Esse compilado de dados nos auxilia a diagnosticar que a política brasileira de combate às mudanças climáticas tem falhado em atingir suas metas, haja vista que as emissões permanecem iguais, em termos de distribuição de atividades produtivas, em comparação ao período anterior à adoção da Política Nacional sobre Mudança Climática, lançada em 2009 (SEEG, 2024).

Embora Lula tenha conquistado uma considerável redução, de 31%, nos índices desmatamento na Amazônia em seus primeiros dois anos de governo, não foi capaz de confrontar o grupo político responsável pela maior parte das emissões nacionais, que é o

agronegócio, representante de um dos principais setores da burguesia brasileira hoje. Ao contrário, o agronegócio é base importante do seu governo: figuras importantes do agronegócio fizeram parte da campanha de Lula em 2022, como as senadoras Kátia Abreu (PP-GO) e Simone Tebet (MDB-MS) – ministra do Planejamento e Orçamento de Lula - e os ex-ministros Blairo Maggi (PP-MT) e Roberto Rodrigues. Além disso, o Ministério da Agricultura e Pecuária foi comandado desde o início do terceiro mandato de Lula por Carlos Fávaro, agropecuarista, ex-vice-presidente da Associação dos Produtores de Soja do Brasil (Aprosoja-Brasil), ex-presidente da Aprosoja-MT e um dos fundadores da Frente Parlamentar da Agropecuária (FPA) (Jorge et al, 2023).

Isso se reflete em termos fiscais: o Plano Safra 2023/2024, que contou com um investimento recorde de R\$ 441,92 bilhões, teve mais de 82% de seu total destinado ao agronegócio (R\$ 364,22 bilhões), enquanto a agricultura familiar foi contemplada com menos de 18% (R\$ 77,7 bilhões) (Rodrigues, 2023b). Outro dispositivo utilizado para fortalecer este grupo político foi a concessão de benefícios fiscais: conforme divulgado pela Receita Federal, o agronegócio recebeu quase R\$ 30 bilhões em isenções fiscais de janeiro a agosto de 2024, sendo os principais setores beneficiados o de fertilizantes químicos (R\$ 14,95 bilhões), agrotóxicos (R\$ 10,79 bilhões) e de exportação de soja (R\$ 2,95 bilhões) (Fernandes, 2024; Congresso em Foco, 2024).

Se a política ambiental brasileira está hoje amplamente sobreposta pela agenda de mudanças climáticas, e se esta tem sido amplamente baseada em uma agenda internacional voltada majoritariamente para os setores de transporte e processo industriais de energia e transformação, o agronegócio deixa de ser alvo da política ambiental para ser proponente, chegando a ser considerado a força propulsora da transição energética brasileira (MAP, 2024). Assim, a eleição de Lula em seu terceiro mandato criou condições políticas para que a plataforma da transição energética europeia ganhasse fôlego no maior país da América Latina.

Se o governo Bolsonaro rechaçava o reconhecimento do colapso ambiental vigente, o governo Lula III, por sua vez, tem como estratégia, não só buscar a captação de fundos internacionais de financiamento climático, mas incorporar essa agenda ao seu projeto de reindustrialização da economia nacional. Assim, o terceiro mandato de Lula lança uma série de programas e iniciativas que buscam subsidiar essa política ambiental, como o Plano de

Transição Ecológica (PTE) (MF, 2025), o Programa de Aceleração da Transição Energética (Paten), o qual cria o Fundo Verde do BNDES (MME, 2025b), o Plano Nacional de Transição Energética (Plante) (MME, 2024f). Nesse sentido, foi sendo conformada a transição energética ao projeto de neointustrialização do governo federal, ganhando cada vez mais espaço em programas de desenvolvimento industrial como a Nova Indústria Brasil (NIB) e o Novo Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), e a construção de programas e iniciativas com recursos do Tesouro Nacional e do BNDES.

Como resultado, o governo Lula III não só corrobora com a tendência dos países centrais de assumir o hidrogênio verde e as eólicas offshore como vanguardas da política industrial, como busca se adequar ao ritmo de um mercado que vem marcando posição há anos no Brasil, mesmo antes de haver um debate federal robusto acerca da expansão dessa indústria. Nesse sentido, com o avanço dos negócios e parcerias pelo setor privado para a produção de hidrogênio verde no Brasil, somado à crescente lista de projetos de complexos eólicos offshore que aguardam a emissão da licença ambiental pelo Ibama, o governo federal foi cada vez mais pressionado a atender a principal demanda do mercado no início de 2023: a criação de marcos legais federais para estas atividades.

A formulação de uma estratégia nacional para uma economia do hidrogênio não tem início com o plano alemão, tendo em vista que desde os anos 2000 o Brasil tem demonstrado interesse no desenvolvimento dessa cadeia produtiva como forma de diversificação de sua matriz energética. Conforme sistematizado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2021), ainda em 2002 o então Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT) lançou o Programa Brasileiro de Hidrogênio e Sistemas Células a Combustível (PROCaC), evoluindo em 2005 para o Programa de Ciência, Tecnologia e Inovação para a Economia do Hidrogênio (PROH2). Nessa primeira década do século XXI, já havia sinalizações para uma estratégia bastante diversa da produção de hidrogênio a partir de fontes renováveis, como etanol, hidreletricidade, eólica, solar, gás natural, biogás nuclear e outras biomassas (MME, 2005; CGEE, 2010), representando uma “estratégia de hidrogênio ‘arco-íris’” (EPE, 2021).

No entanto, o hidrogênio deixou de ser prioritário na agenda política estratégica devido à descoberta do pré-sal, em 2006, o que levou ao não lançamento do Programa Governamental de Produção e Uso do Hidrogênio no Brasil e ao foco em projetos de P&D, com o desenvolvimento de algumas plantas-piloto em centros de pesquisa do país. Assim, o

hidrogênio passou toda a década de 2010 sem ganhar espaço na política energética brasileira, somente voltando a ganhar notoriedade nos últimos anos do decênio, com o Plano de Ciência, Tecnologia e Inovação para Energias Renováveis e Biocombustíveis 2018-2022 do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC, 2018), o qual estabelece a retomada de projetos demonstrativos para o uso do hidrogênio para uso veicular e para tecnologias de armazenamento de energia.

Essa retomada do hidrogênio na agenda energética nacional se dá no contexto de retomada da Parceria Energética Brasil-Alemanha em 2017. Esse marco possibilitou que o país europeu paulatinamente retomasse uma atuação mais consistente frente ao diálogo energético dos dois países, até chegar a uma presença de fato sólida com a implementação da estratégia alemã para o hidrogênio em 2020, conforme já explorado no capítulo anterior. A Parceria entre o BMWK, por meio da GIZ, e o MME foi reiterada em 2023, com a função de “fortalecer a segurança energética, promover a transição energética e reduzir as emissões de gases do efeito estufa” (BMWK; MME, 2023, p. 1). Para tal, a estrutura da cooperação possui hoje, além de um comitê diretor, três grupos de trabalho temáticos para estabelecer o diálogo operacional e técnico para implementar as medidas de cooperação: energias renováveis, eficiência energética e hidrogênio verde.

Nesse sentido, o GT de Hidrogênio Verde da Parceria Energética promove o fluxo de informações sobre avanços na pesquisa e desenvolvimento de projetos de hidrogênio em ambos os países, bem como discute as três forças-tarefa que o GT estabeleceu: produção, logística e aplicação do hidrogênio verde. O documento de celebração ainda menciona as sinalizações de cada ministro no âmbito dessa cooperação, a qual o ministro alemão destaca a “iniciativa H2 Global e o interesse em contar com o engajamento de atores brasileiros na promoção da exportação de hidrogênio verde e produtos derivados para a Alemanha”, e o ministro brasileiro ressalta “o Programa Nacional do Hidrogênio (PNH2) e o interesse em contar com o engajamento de atores alemães na promoção da produção e uso de hidrogênio de baixo carbono, inclusive o verde, e produtos derivados no Brasil” (BMWK; MME, 2023, p. 2).

Como parte do processo de consolidação da Parceria Energética Brasil-Alemanha, é possível observar a rápida retomada do hidrogênio na estratégia de energia brasileira. Um dos documentos que evidenciam isto é o Plano Nacional de Energia (PNE) 2050, aprovado

em dezembro de 2020 pelo MME, no qual o hidrogênio é colocado como uma das ferramentas da transição energética e da descarbonização, sobretudo como alternativa de longo prazo à eletricidade e aos biocombustíveis no setor de transportes, indicando a rota verde como “a de maior relevância internacional” (MME, 2020a, p. 35).

O PNE 2050 foi um marco para a implementação do hidrogênio, em sua diversidade tecnológica, na política energética brasileira, sendo o primeiro documento que trouxe com maior robustez as possibilidades de inserção desse vetor energético na matriz de energia nacional, sugerindo não só seu estudo no âmbito PD&I, mas também sua viabilidade comercial. Nesse sentido, o PNE 2050 é nitidamente alinhado à política europeia, na medida em que coloca o hidrogênio como uma possibilidade de descarbonização de setores de difícil redução de emissões e armazenamento para renováveis, citando a Hydrogen Council para indicar que “o hidrogênio é a base da transformação energética” (MME, 2020a, p. 45).

De forma complementar ao PNE, que aborda o planejamento energético brasileiro a longo prazo e de forma mais ampla, o instrumento que nos permite observar com mais minúcia a evolução da centralidade do hidrogênio verde e das eólicas offshore na política energética brasileira é o Plano Decenal Energético (PDE), uma vez que seja renovado anualmente. Embora os PDEs 2029 e 2030, publicados respectivamente em 2020 e 2021, tenham sido pioneiros ao mencionar a tecnologia eólica offshore como possibilidade de expansão da oferta energética brasileira (MME, 2020; MME, 2021a), foi somente no PDE 2031, publicado em janeiro de 2022, que a participação dessa fonte de energia no planejamento nacional é de fato desenvolvida. É nesse mesmo texto que o hidrogênio é citado pela primeira vez como um vetor energético, já ganhando em sua primeira aparição um capítulo extraordinário dedicado para descrever sua inserção na política energética brasileira (MME, 2022a).

Essa guinada para a ampliação e aprofundamento nos estudos para o hidrogênio na matriz energética nacional é um dos resultados diretos da Resolução nº 2, de 10 de fevereiro de 2021, emitido pelo Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), no qual o conselho orienta a Aneel e a ANP a priorizar o hidrogênio na destinação dos recursos de pesquisa e desenvolvimento e inovação, dentre outros temas do setor energético⁶¹ (CNPE, 2021). De

⁶¹ Os outros temas colocados como prioritário nessa resolução, além do hidrogênio, são: i) energia nuclear; ii) biocombustíveis; iii) armazenamento de energia; iv) tecnologias para a geração termelétrica sustentável; v) transformação digital, e vii) minerais estratégicos para o setor (CNPE, 2021).

forma a sintetizar a inserção do hidrogênio verde em sua estratégia de energia, o documento apresenta o seguinte acúmulo:

Sobre o hidrogênio renovável e livre de carbono, este terá três papéis fundamentais na transição energética: i) descarbonizar os segmentos de difícil abatimento de emissões, como o setor de transportes pesados de longo-curso (caminhões, trens e embarcações), setor aéreo e indústria (fertilizantes, siderurgia e cimento, por exemplo); ii) facilitar o armazenamento de energia das fontes renováveis variáveis como a eólica e a solar; e, iii) permitir o acoplamento entre os mercados elétrico, transporte e industrial. No que se refere ao hidrogênio verde, o desenvolvimento de mercados domésticos e externos será importante para ganhar escala. E, mesmo o hidrogênio verde sendo parte importante de todos o processo (sic), outros tipos de hidrogênio de baixo ou zero-carbono também terão papel importante (MME, 2022a, p. 362).

Percebe-se, nesse excerto, o alinhamento ao debate internacional sobre o hidrogênio no contexto da transição energética, o que contrasta com o papel que o hidrogênio era colocado nos planos anteriores, nos quais era brevemente mencionado como produto da reforma a vapor do gás natural em refinarias de petróleo (MME, 2020) ou em células de combustível, a longo prazo (MME, 2021a). A partir dessa comparação, é possível perceber o avanço do discurso estrangeiro, sobretudo alemão, na formulação do planejamento energético brasileiro, o que se manifesta com mais solidez a partir de 2021. Isso é inclusive explicitado no próprio plano, o qual é mencionado que o desenvolvimento comercial do hidrogênio se deu em função do aumento do interesse do setor privado e como parte do processo de participação do Brasil em conferências internacionais do tema, mencionando justamente o H2Brasil (MME, 2022a).

Na sua busca em voltar-se para o setor privado internacional, a política brasileira para a economia do hidrogênio se coloca de forma a não se alinhar diretamente a uma tecnologia, assumindo a neutralidade tecnológica como um princípio basilar. Assim, além do hidrogênio verde, sinaliza para o desenvolvimento do hidrogênio azul, do hidrogênio turquesa, do hidrogênio natural, e até mesmo do hidrogênio rosa, tomando como referência países como Reino Unido, EUA, Canadá e Noruega. Sobre este tema, nota-se o particular cuidado com a parceria energética com a Alemanha ao expressar que, “embora esta parceria foque exclusivamente no chamado hidrogênio verde, por ser o elemento de comum interesse às

partes, as demais iniciativas nacionais têm a neutralidade tecnológica por princípio” (MME, 2022a, p. 343)⁶².

A análise taxonômica do PDE 2031 trás elementos relevantes para o debate. O documento refere-se explicitamente à preferência por se afastar “dos jargões de mercado usuais”, ou seja, da abordagem por cores, preferindo adotar uma “avaliação mais objetiva” (MME, 2022a, p. 349). Nesse sentido, ao longo do texto é empregado o termo “hidrogênio renovável” ou “hidrogênio livre de carbono” para fazer referência à produção a partir de etanol, hidrelétrica, eólica e solar, e utiliza “hidrogênio de baixo carbono” tanto de forma genérica, para abranger todas as rotas tecnológicas exceto o hidrogênio cinza, quanto para fazer alusão específica a fontes como biogás, biometano e tecnologias CCUS, que não se enquadram como “renovável” ou “livre de carbono”. Ademais, é notável o entendimento do hidrogênio gerado a partir da biomassa, ou verde musgo, como um gradiente de cores, na medida em que apresente “variações de tons de verde que podem ir do ‘amarronzado’, caso de alterações significativas do uso do solo, ao ‘esverdeado’, caso de carbono nulo ou negativo” (MME, 2022a, p. 342).

Diante disso, o plano demonstra a tentativa de conciliar a classificação do hidrogênio em cores, que embora preterida é amplamente utilizada ao longo do texto, com a classificação por grau de emissão de carbono, o que indica a intenção de dialogar tanto com a terminologia mais difundida internacionalmente, quanto com a taxonomia que mais lhe convém. Além disso, é perceptível que, no período de produção deste documento, o debate nacional o hidrogênio na transição energética ainda não estava devidamente maduro, tendo em vista que as referências às rotas tecnológicas não estavam propriamente precisas. Isso se torna particularmente nítido pela abordagem inédita, conforme nossa apuração, sobre o hidrogênio verde musgo, que não concebe a possibilidade da produção de hidrogênio provocar alterações significativas no uso do solo ao mesmo tempo em que seja carbono nulo ou negativo, o que é justamente uma das principais contradições do paradigma da descarbonização.

⁶² Também é notável a tentativa por parte do Brasil em expandir o escopo desta parceria, apontando que “mesmo a Alemanha, que centra sua estratégia no hidrogênio verde, aceitará temporariamente o hidrogênio azul e turquesa para contribuir para o desenvolvimento do mercado e assegurar preços mais competitivos nas fases iniciais” (MME, 2022a, p. 362).

De toda forma, o que se apreende do PDE 2031 é uma tendência a vislumbrar de forma mais factível à realidade brasileira o hidrogênio renovável, ou seja, o hidrogênio verde e o verde musgo, tendo em vista a abundância de corpos hídricos, luz solar, ventos e monoculturas de cana-de-açúcar e milho no território nacional. Além disso, o documento sinaliza para uma preferência na conversão do hidrogênio para derivados, sobretudo amônia verde, o que é categorizado como uma boa alternativa para exportação para mercados estrangeiros e para atender a demanda de fertilizantes do agronegócio brasileiro.

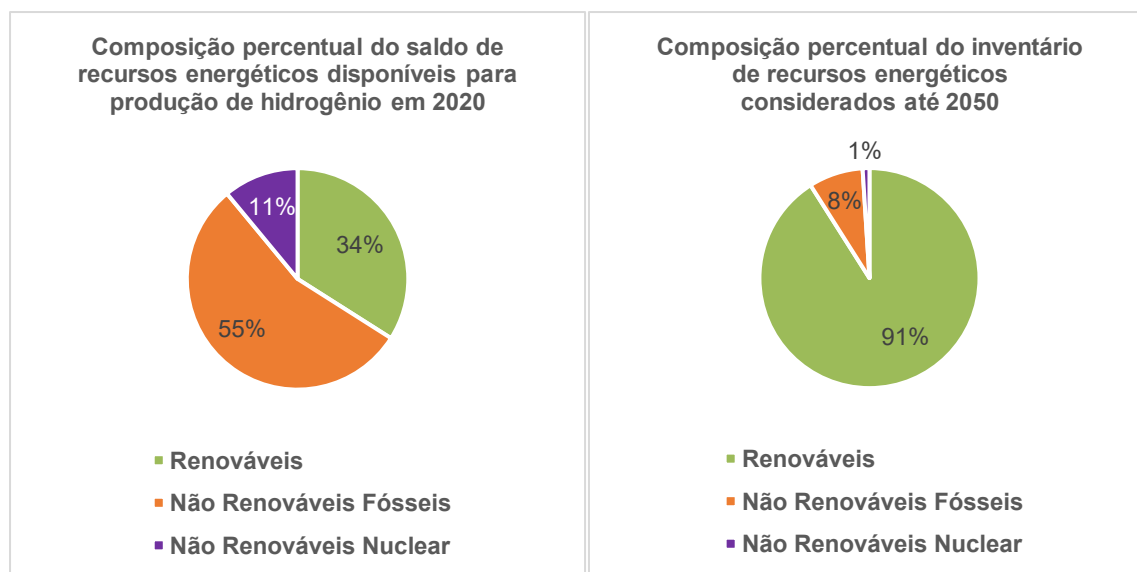
É no PDE 2031, portanto, que há uma inflexão importante em relação ao PNE 2050, que é a sua inclinação ao aumento de geração de energia renovável no país em função da indústria de hidrogênio. Se no PNE 2050 apontava-se a energia excedente e não utilizada pela rede oriunda de hidrelétricas, e a energia secundária do Mecanismo de Realocação de Energia (MRE) como as principais fontes para a produção de hidrogênio, dois anos depois esse entendimento mudou. De acordo com o plano decenal de 2022, para “prover a ordem de grandeza do potencial de oferta de hidrogênio nas próximas décadas pelo país”, é estimado, além da base de recursos remanescentes da demanda interna, “o potencial técnico de produção de hidrogênio de baixo carbono do Brasil” (MME, 2022a, p. 357), ou seja, o alcance tecnológico da produção de energia específica para este mercado.

Embora no PNE 2050 tenha sido abordado o potencial técnico de produção e uso de energia num horizonte de trinta anos, a correlação entre esta expansão da geração de energia e a indústria de hidrogênio verde aparece pela primeira vez no PDE 2031. Isso fica nítido na abordagem dos efeitos da demanda de energia que a indústria do hidrogênio gerará: “espera-se o impacto tanto na demanda de energia elétrica, a ser utilizada nos eletrolisadores, por exemplo, quanto na expansão da geração, para atendimento a estes consumidores, com destaque para as fontes renováveis” (MME, 2022a, pp. 366-367).

Essa guinada dialoga diretamente com a estratégia europeia e alemã de fomentar a expansão da indústria de energias renováveis em países periféricos, bem como de que este aumento de produção de energia verde seja vinculado à indústria de hidrogênio para a transição energética. Isso, no entanto, é abordado como uma vantagem comparativa, alegando que o preço da eletrólise “pode representar cerca de 70% do custo de produção de hidrogênio, o que representa uma oportunidade ao país, dada a disponibilidade e baixo custo de geração renovável, quando comparado a outros mercados” (MME, 2022a, p. 367).

Com vistas a demonstrar que o uso de energia renovável para o hidrogênio verde não competirá com a demanda interna de eletricidade, e desta forma não será contrário ao critério de adicionalidade presente na legislação europeia, o MME e a EPE demonstram, no PNE 2050, uma projeção de potencial técnico de recursos energéticos e demanda energética acumulada estimada. Em sua estimativa, o potencial técnico de recursos energéticos no Brasil (280 bilhões de tep¹) superará em quase 19 vezes (265 bilhões de tep) a demanda energética acumulada (15 bilhões de tep) para daqui a trinta anos, mesmo considerando a projeção de que o consumo de energia dobrará de 2020 (300 milhões de tep) a 2050 (600 milhões de tep) (MME, 2020). Nesse sentido, o PDE 2031 trás dados, já abordados no PNE 2050, que nos permitem verificar a mudança na disponibilidade de recursos energéticos renováveis⁶³ para a produção de hidrogênio no Brasil entre 2020 (34%) e 2050 (91%), como demonstrado no Gráfico 18, resultando em um aumento de 167,65%.

Gráfico 18 – Variação da disponibilidade de recursos energéticos onshore para a produção de hidrogênio no Brasil, de 2020 a 2050



Fonte: elaboração própria, a partir de MME (2022)

De forma complementar, o PNE 2050 apresenta uma divisão entre energias com maior ou menor facilidade de aproveitamento num prazo de trinta anos. Nessa divisão, o

⁶³ Para realizar esse cálculo, o MME e a EPE não consideraram a fonte de energia eólica offshore, considerando apenas as fontes hidráulica, eólica e solar onshore, devido ao seu custo reduzido (MME, 2022a).

MME e a EPE demonstram que as energias renováveis mais fáceis⁶⁴ de serem aproveitadas apresentam um potencial de 13 bilhões de tep, frente a um massivo potencial dentre aquelas energias renováveis classificadas como de difícil⁶⁵ aproveitamento, estas que alcançam quase 245 bilhões de tep. No caso das eólicas offshore, aquelas alocadas até 10 km são classificadas de fácil aproveitamento, e aquelas localizadas em áreas entre 10 km e cerca de 322 km são assumidas como de difícil aproveitamento (MME, 2020).

Em termos de potencial teórico de produção de hidrogênio no cenário de 2050, as fontes de energia renováveis offshore (hidráulica, solar e eólica) se destacam pela sua enorme capacidade (92,66%) frente às fontes fósseis (3,25%), biomassa (2,73%), renováveis onshore (0,98%) e nuclear (0,37%). Dentre os complexos marinhos de renováveis, a geração de energia fotovoltaica offshore apresenta o maior potencial (79,06%), seguido pela eólica offshore além de 100 km da costa (14,53%) (MME, 2022a), e diminuindo gradualmente conforme se aproxima da costa. No entanto, a indústria solar não demonstrou, até agora, sinais de aposta na guinada para expansão da terra para o mar, fora poucos casos isolados de testagem (Eixos, 2023b; Funke, 2024). Até então, a solar fotovoltaica em terra se apresenta como a fonte de energia renovável com maior facilidade de penetração em mercados ao redor do planeta, sobretudo por conta do barateamento dos equipamentos devido à produção chinesa.

Esse cenário é contrastante com o mercado de energia eólica em crise e sua necessidade de busca por novas fronteiras de exploração de energia, como a energia dos ventos em alto-mar. No entanto, ao comparar com as eólicas em terra e sua facilidade de produção pela grande quantidade de terras no Brasil, o PNE 2050 observa que a geração de energia eólica offshore se equipara economicamente às onshore se houver uma redução de 20% nas despesas de capital. Nesse sentido, a forma de viabilizar a produção de energia eólica offshore em maior escala é vinculá-la a outras cadeias produtivas de grande porte. Assim, a decisão de investir no crescimento da indústria eólica offshore concomitantemente

⁶⁴ De acordo com o PNE 2050, as energias de fácil aproveitamento são: as usinas termelétricas (UTE) a biomassa, as usinas hidrelétricas (UHE) que não apresentam interferências em áreas protegidas, a solar fotovoltaica e a eólica onshore, as pequenas centrais hidrelétricas (PCH) e o potencial de eólica offshore até 10 km de distância da costa (MME, 2020).

⁶⁵ De acordo com o PNE 2050, as energias de difícil aproveitamento são: as UHE que apresentam interferências em áreas protegidas, o potencial de eólica offshore entre 10 km e 200 milhas (cerca de 322 km) de distância da costa, e o potencial de solar fotovoltaica offshore que considera a área com faixa de irradiação de 6,5 a 6,8 kWh/m² dia (MME, 2020).

ao avanço do hidrogênio verde torna o seu sucesso mais viável, tendo em vista que essa integração torna a demanda não só garantida, mas quase sistemática, tendo em vista que vários projetos estão sendo propostos em conjunto. Desta forma, coloca-se como uma das tendências para a transição energética brasileira o avanço do sistema hidrogênio verde-eólica offshore, este que deve se consolidar a longo prazo, talvez médio.

Outro ponto relativo ao PDE 2031 que vale o destaque é a falta de elementos de cunho socioambiental em relação à expansão do sistema hidrogênio verde-eólicas offshore. Embora o MME e a EPE tenham acumulado uma robusta e bem fundamentada caracterização das questões socioambientais vinculadas às usinas eólicas offshore, como desenvolvido no estudo “*Roadmap Eólica Offshore Brasil*”, de 2020, os resultados abordados nesse estudo não apareceram no plano decenal de 2022. Na nota técnica “Análise socioambiental das fontes energéticas do PDE 2031”, que subsidia o plano decenal de energia de 2022, é apresentada uma consistente tipificação dos principais pontos referentes às questões socioambientais implicadas na expansão das eólicas onshore. Em contrapartida, mesmo reconhecendo que “o hidrogênio verde potencialmente será viabilizado no Brasil pelo desenvolvimento da fonte eólica offshore” (EPE, 2022, p. 56), foi dedicado apenas um *box* às eólicas offshore, no qual é limitada a análise socioambiental à referência ao estudo de 2020.

A menção das eólicas offshore no PDE 2031 se restringe apenas a elementos técnicos, econômicos ou mercadológicos, não havendo qualquer menção à repercussão desta expansão junto a pesquisadores críticos ou às comunidades costeiras que se opõem como fatores intervenientes da expansão do sistema hidrogênio verde-eólicas offshore. À luz do entendimento de justiça ambiental de dr. Robert Bullard (2001), o qual indica que esta não se trata de gerenciar o risco quando já é concretizado em impacto, mas sim prevenir antes que aconteça, subsidiamos nossa reflexão de que o plano decenal é insuficiente no que diz respeito à caracterização do debate socioambiental da expansão das eólicas offshore, deixando de coloca-lo como um elemento de construção da estratégia nacional de energia.

Tanto a produção de hidrogênio verde quanto a geração de energia eólica offshore possuem o mesmo desafio para os documentos de planejamento energético brasileiro: o desenvolvimento do marco regulatório. Para o vetor energético, que naquele momento não possuía qualquer amparo legal no ordenamento jurídico brasileiro, o MME e a EPE

recomendaram a articulação com instituições internacionais e o uso de práticas normativas de outros países como referência. Já para a fonte renovável, foi indicada a promoção de um arcabouço legal e regulatório alinhado com os objetivos estratégicos do plano, sinalizando a insuficiência da regulação brasileira do momento para o desenvolvimento dessa indústria. Assim, no PDE 2031, é indicada a priorização na consolidação do arcabouço legal do hidrogênio, o que evidentemente é uma medida fundamental frente a um cenário de enraizamento de um mercado no país sem que haja qualquer regulação. No entanto, na medida que essa prioridade é expressa em função de “garantir um ambiente de negócios adequado para a promoção de investimentos privados, incluindo investimentos internacionais no Brasil” (MME, 2022a, p. 343), sem mencionar outras motivações, o documento revela o teor predominantemente mercadológico da demanda de mobilização do marco jurídico-legal do hidrogênio verde no Brasil.

A abordagem da economia do hidrogênio no PDE 2031 é parte do processo de construção do Programa Nacional de Hidrogênio (PNH2). O PNH2 é a estrutura institucional dedicada ao desenvolvimento da estratégia brasileira para o hidrogênio, focado no estímulo ao desenvolvimento das rotas tecnológicas associadas à produção e ao uso de hidrogênio de baixa emissão de carbono. O programa foi proposto pela Resolução CNPE nº 6 de 20 de abril de 2021, que determinou a publicação do documento “PNH2 - Propostas de Diretrizes”, realizada em julho de 2021, e que culminou na instituição do PNH2 pela Resolução CNPE nº 6 de 23 de junho de 2022, visando a acelerar o cumprimento das metas do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 7 (ODS 7), referente ao acesso universal a energias renováveis⁶⁶ (MME, 2021b).

O PNH2 é primeiramente esboçado no documento de Propostas de Diretrizes, construído pelo MME, EPE, MCTI, MDR, FINEP e MEC, sob comando do primeiro, no qual é desenvolvida a visão de futuro, objetivos e princípios que baseariam o programa brasileiro para o hidrogênio em três pilares: políticas públicas, tecnologia e mercado (MME, 2021c). De acordo com a Resolução CNPE nº 6, de 23 de junho de 2022, são princípios ou diretrizes do PNH2: i) a valorização do potencial nacional de recursos energéticos; ii) o reconhecimento da diversidade de fontes energéticas e alternativas tecnológicas disponíveis

⁶⁶ O início deste processo se deu concomitantemente ao papel de co-liderança que o Brasil assumiu junto ao Diálogo de Alto Nível das Nações Unidas sobre Energia, no qual o país apresentou, em junho de 2021, o pacto energético sobre hidrogênio (MME, 2021b).

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 (Brasil, 2022a).

A governança do PNH2⁶⁷ divide suas instâncias em três níveis: o CNPE (estratégico), o Coges-PNH2 (tático) e as Câmaras Temáticas (operacional) (MME, 2023b). Para cumprir as funções táticas do programa, é estabelecido o Comitê Gestor⁶⁸ (Coges-PNH2), coordenado pelo MME e integrado por representantes de nove ministérios⁶⁹, da Aneel, da ANP, da EPE e da Casa Civil da Presidência (Brasil, 2023c). Conforme disposto na resolução que institui o PNH2, o programa deve ser elaborado com base em seis eixos, estes que são instrumentalizados em cinco Câmaras Temáticas: i) Fortalecimento das Bases Científico-Tecnológicas (coordenada pelo MCTI); ii) Capacitação de Recursos Humanos (MEC); iii) Planejamento Energético (MME); iv) Arcabouço Legal e Regulatório-Normativo (MME); v) Neoindustrialização, Mercado e Competitividade⁷⁰ (MDIC). O eixo de Cooperação Internacional não possui uma Câmara Temática específica, sendo, conforme o art. 10, parágrafo 4º, da Resolução CNPE nº 6 de 23 de junho de 2022, um tema transversal ao trabalho de todas as Câmaras Temáticas (Brasil, 2022a).

O principal produto do PNH2 até então foi o Plano Trienal 2023-2025, lançado em agosto de 2023, o qual sumariza a estratégia do hidrogênio para o período de referência, dando as bases para a construção do marco legal do hidrogênio, que estava em processo de elaboração na época. A versão preliminar deste Plano Trienal foi objeto da Consulta Pública n. 147/2022⁷¹, aberta pelo MME de dezembro de 2022 até fevereiro de 2023, tornando pública a participação na construção do plano. Nesse processo, identificamos 305 contribuições ao Plano Trienal, as quais foram apresentadas por mais de 50 instituições representativas de diferentes setores, dentre elas mais de 15 associações patronais (como

⁶⁷ Instituída pela Resolução CNPE nº 6 de 23 de junho de 2022 e atualizada pela Resolução CNPE nº 4 de 6 abril de 2023

⁶⁸ No documento de julho de 2021, este era referido como Comitê Técnico, passando a ser denominado Comitê Gestor no ato de sua instituição, na Resolução CNPE nº 6, de 23 de junho de 2022.

⁶⁹ A saber: Fazenda, MDIC, MMA, MRE, MCTI, MIDR, MEC, Mapa e MPor (Brasil, 2023c).

⁷⁰ Na Resolução CNPE nº 6, de 23 de junho de 2022, esta Câmara Temática foi denominada “Abertura e Crescimento do Mercado e Competitividade”. No entanto, a partir do Plano de Trabalho Trienal 2023-2025, esta instância passou a ser denominada “Neoindustrialização, Mercado e Competitividade”.

⁷¹ É possível acessar a consulta pública e todas as contribuições em <https://consultas-publicas.mme.gov.br/home>, selecionando o prazo de abertura acima descrito.

Abecólica, ABH2, Absolar e Abiogás), mais de 20 empresas (como Shell, Fortescue, Qair, Neoenergia), 3 universidades federais (UFRN, UFRJ e UFSC), bem como institutos (como IBP, INEL e Instituto Brasileiro de Mineração), federações e confederação de indústrias (como FIESP, FIEC e FIEP), escritórios de advocacia, órgãos estaduais, a ONG WWF Brasil e o Fórum Internacional de Hidrogênio.

A publicação do Plano Trienal em agosto de 2023 foi um marco neste debate, uma vez que estabeleça com maior concretude as ações que o governo federal estava tomando, perante a demanda de mais informações pelo setor privado. Ele consiste no primeiro documento federal que define de forma oficial o entendimento do Brasil frente ao hidrogênio no contexto da transição energética, e especificamente enquanto vetor energético. Tendo em vista que a data de publicação do plano é justamente o período de maior intensificação do debate nacional acerca do hidrogênio verde, sobretudo da pressão do setor privado pelo marco legal federal, se trata de um material fundamental para a compreensão das discussões travadas neste processo e do posicionamento do governo federal frente a elas.

Na apresentação da estratégia brasileira para a economia do hidrogênio no Plano Trienal, foi possível identificar as seguintes metas: i) acelerar o desenvolvimento das rotas tecnológicas associadas à produção e ao uso de hidrogênio de baixa emissão de carbono, de forma a aproveitar as oportunidades do mercado global de produtos de baixa emissão de carbono e sua cadeia de suprimento na transição energética; ii) consolidar polos (*hubs*) de hidrogênio de baixa emissão no Brasil até 2035; iii) consolidar o Brasil como o país com o menor custo de produção de hidrogênio de baixa emissão do mundo até 2030, e iv) ampliar a participação para além da esfera governamental, fomentando a cooperação internacional e o diálogo com agentes da cadeia de valor do hidrogênio, como empresas do setor, potenciais consumidores e investidores, consultores de energia, advogados, academia e organizações da sociedade civil.

A discussão destas metas enquanto pilares da estratégia nacional revela alguns elementos importantes que o Plano Trienal incorpora ao posicionamento do governo federal ao processo de avanço da indústria do hidrogênio verde. Um primeiro ponto sinalizado é o posicionamento de Brasília frente ao debate taxonômico. Lançando mão da classificação por emissão de carbono apresentada pela IEA, o documento adota o termo “hidrogênio de baixa emissão” como referência - inclusive demarcando seu uso como sinônimo de “hidrogênio”

ao longo do documento -, em nome da neutralidade tecnológica. Assim, deixa explícita a escolha brasileira de não priorizar a taxonomia das cores. O plano aborda a seguinte definição:

Para fins do PNH2, define-se conceitualmente o “hidrogênio de baixa emissão” como o hidrogênio produzido com base em uma variedade de processos, tecnologias e fontes de energia com baixa emissão de gases de efeito estufa ao longo de seu ciclo de vida, ou com adoção de tecnologias de remoção de carbono (CCS), inclusive carbono negativas (hidrogênio renovável de origem biológica com CCS), abrangendo:

- Fontes renováveis de energia, inclusive biomassa e biocombustíveis;
- Combustíveis fósseis com captura, armazenamento ou uso de carbono;
- Energia nuclear (rotas de eletrólise e termoquímica);
- Resíduos;
- Hidrogênio natural;
- Outras tecnologias de baixa emissão (inclusive pirólise do gás natural e do biometano, microondas de resíduos plásticos, etc.) e combinações de processos (processos híbridos) (MME, 2023b, p. 19).

Para embasar o emprego do termo “hidrogênio de baixa emissão”, o plano mobiliza o parâmetro de emissões de carbono, de forma a contemplar o princípio da neutralidade tecnológica. Com base no Greenhouse Gas Protocol⁷², é estabelecida a meta inicial de redução de ao menos 50% das emissões em relação ao hidrogênio de referência (cinza), podendo ser elevado gradualmente para 60% e depois para 70%, conforme o avanço das tecnologias e regulamentações. Assim sendo, o Plano Trienal alega não definir metas muito elevadas para adotar uma redução progressiva da intensidade de emissões, sob a justificativa de evitar a geração de “custos excessivos para os consumidores na fase inicial de desenvolvimento de mercado e dificultar a consolidação e a expansão do mercado” (MME, 2023b, p. 19).

Em relação ao custo de produção, o documento apresenta segurança a respeito da competitividade do Brasil frente à economia do hidrogênio de forma geral, guardando ressalvas apenas para o hidrogênio verde. Nesse sentido, o governo federal declarou que o hidrogênio a base de eletrólise não se mostrava competitivo, sinalizando a necessidade de reduzir o custo das fontes de energia renovável para viabilizar sua competitividade no

⁷² O Greenhouse Gas (GHG) Protocol é um sistema padronização corporativa internacional de contabilização de emissões de gases do efeito estufa, o qual o Brasil utiliza desde 2008. Em sua classificação, divide as emissões por etapa da cadeia de produção em: i) escopo 1: própria planta; ii) escopo 2: eletricidade e combustíveis adquiridos pela planta, e iii) escopo 3: emissões nos transportes, distribuição, estocagem e embutida nos equipamentos, instalações e outros insumos (MME, 2023b).

mercado. É digno de notoriedade o vínculo posto entre a necessidade de definição do marco legal-regulatório nacional e a busca pelo menor custo de produção do sistema hidrogênio verde-eólica offshore:

Tomando o caso do hidrogênio verde para ilustração, ainda que o Brasil hoje tenha custos competitivos para a geração de eletricidade a partir de fontes renováveis, como a solar e a eólica onshore, há que se considerar também cenários onde a demanda global por hidrogênio verde poderá ensejar na ampliação da capacidade instalada desses projetos no país, incluindo a exploração de novas tecnologias de geração de energia, como é o caso da eólica offshore. Nesse sentido, a construção de arcabouço regulatório eficaz, a manutenção de ambiente regulatório estável e o estabelecimento de condições de mercado que garantam a competitividade dessas tecnologias são fatores que contribuirão para o pleno alcance dessa ambição (MME, 2023b, p. 21).

Outro direcionamento que o Plano Trienal trás é a escolha da expansão da indústria de hidrogênio por meio de *hubs*, devido à possibilidade de flexibilizar as rotas tecnológicas e de integrar toda infraestrutura da cadeia produtiva de hidrogênio em um espaço. Aqui fica evidente o alinhamento ao processo que já ocorria a nível estadual, sendo os *hubs* mencionados como forma de catalisar o desenvolvimento das “vocações regionais” para a produção comercial de hidrogênio. Assim, para desenvolver a produção de hidrogênio de baixo carbono por meio de polos industriais, o plano definiu três metas: i) disseminar plantas piloto em todas as regiões do país até 2025; ii) consolidar o Brasil como o produtor mais competitivo do mundo até 2030; iii) consolidar *hubs* de hidrogênio de baixo carbono no Brasil até 2035. Nesse sentido, o plano recomendou ao MME a criação do Programa Pró-Hubs Brasil para interligar a geração de energia e as infraestruturas associadas. No entanto, até o presente momento, não identificamos a sua consolidação ou de qualquer programa federal voltado para a criação de hubs de hidrogênio renovável⁷³.

Em suma, como forma a demonstrar a execução da estratégia do PNH2 para o período de 2023 a 2025, foram fixadas três prioridades: i) definir marco legal-regulatório nacional; ii) intensificar investimentos em PD&I, com foco na redução de custos, e iii) ampliar acesso a financiamento. Imbuídas de seu caráter operacional, as Câmaras Temáticas seriam as

⁷³ A principal iniciativa para esta meta foi a celebração, em dezembro de 2023, da parceria “Hub de Hidrogênio Brasil-Reino Unido”, no âmbito da Parceria Reino Unido-Brasil para Crescimento Verde e Inclusivo (Reino Unido, 2023). Esta parceria terá a função de facilitar o Brasil na competição com outros países a acessar o fundo do Climate Investment Funds (CIF), maior fundo de investimento em descarbonização do mundo, sob administração do Banco Mundial.

instâncias para as quais o PNH2 define e monitora uma série de ações que visem a cumprir estes três objetivos neste triênio.

Embora o investimento em PD&I seja mobilizado pelo PNH2, a maior disputa neste triênio se dá pela formulação de mecanismos de financiamento para o mercado do hidrogênio verde, sendo a arena jurídico-normativa o principal espaço no qual o setor pode ter sucesso. Nesse sentido, os objetivos prioritários de definição do marco legal-regulatório nacional e ampliação do acesso a financiamento tornam-se um só, sendo a ampliação de dispositivos legais que subsidiem especificamente as empresas do setor do hidrogênio de baixa emissão o objetivo central de fato. Com isso, deve ser nítido o entendimento de que o debate taxonômico a ser definido no marco legal não é secundário no que tange à busca por financiamento: a posição brasileira de classificar a produção de hidrogênio de acordo com a quantidade de carbono emitido tem como consequência a indistinção de diferentes rotas tecnológicas, com efeitos socioambientais e contextos político-econômicos completamente diferentes, sendo a abrangência do termo tão amplo quanto a possibilidade de fontes de investimento e financiamento.

Assim, a busca por ampliar os mecanismos de financiamento para o setor do hidrogênio de baixa emissão é uma tarefa bastante diferente do que se essa ampliação fosse dedicada apenas ao setor de hidrogênio verde, sendo assim mobilizados os interesses de um contingente bem maior de atores político-econômicos no Brasil. Nesse sentido, fazer emplacar o conceito de “hidrogênio de baixa emissão” tem como resultado favorecer a correlação de forças para o avanço da economia do hidrogênio, mesmo que esse avanço represente a submissão de medidas de desfossilização e de combate à mudança do uso do solo em relação à descarbonização.

A disputa pela ampliação dos mecanismos de financiamento configura na adoção das finanças verdes como o elemento conciliador entre o apetite exponencialmente crescente do setor privado e a demanda de descarbonização da economia brasileira. A estratégia de fomento às finanças verdes pode ser identificada na análise das ações propostas no Plano Trienal 2023-2025 do PNH2, podendo dividi-la em dois âmbitos: i) a financeirização da política ambiental, no qual são incorporados mecanismos consolidados internacionalmente, como créditos de carbono e sistemas de certificação, e ii) a criação e extensão de benefícios fiscais para o setor do hidrogênio de baixo carbono, a níveis nacional e internacional. Vale

ressaltar que esta divisão não se trata de estratégias separadas, mas sim elementos que se complementam dentro de uma mesma estratégia, sendo a divisão apenas adotada para fins de análise.

Em relação à financeirização da política ambiental, identificamos nas ações propostas no escopo da Câmara Temática “Neoindustrialização, Mercado e Competitividade”, a estratégia de inserir o sistema de certificação de compensação de carbono na regulamentação a indústria do hidrogênio encontra respaldo no contexto de expansão das emissões de I-RECs. Furtado e Paim (2024) explicam como funciona o mecanismo no mercado de energias renováveis:

No caso da energia, os Certificados de Energia Renovável (CER), conhecidos pelo nome de International REC Standard (I-REC), vêm sendo crescentemente utilizados como forma de compensar as emissões. Por meio dos CERs, as empresas recebem energia da forma tradicional e adquirem o volume de energia renovável equivalente ao consumo por meio de certificados. O investimento é então contabilizado nas metas de redução de emissões ou “metas de sustentabilidade” permitindo a compensação das emissões indiretas de GEE, no caso de empresas brasileiras, no âmbito do Programa Brasileiro GHG Protocolo (p. 17).

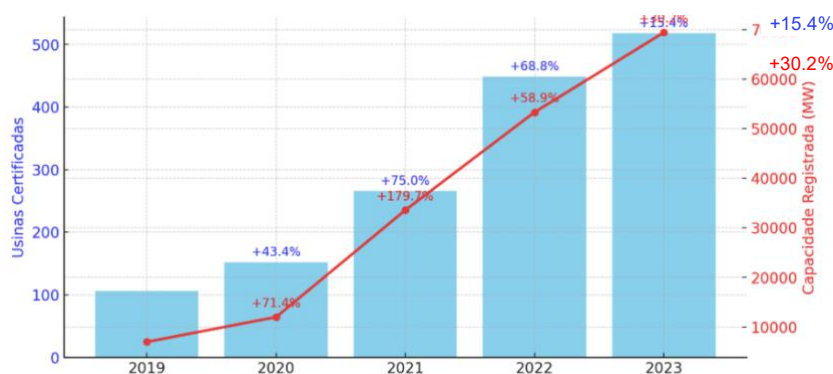
Aprofundando os elementos acerca deste mecanismo financeiro, é notável que a introdução do mercado de certificação de energia renovável não leva a empresa que compra o certificado a diminuir suas emissões, mas sim compensá-las com outra empresa que de fato produza energia com menos emissões de carbono. A empresa que compra os certificados o faz para comprovar que seu consumo de eletricidade foi compensado pela geração de energia renovável por outra empresa; desta forma, a empresa compradora não diminui suas emissões de carbono, nem antes, nem depois de obter o certificado. Em outras palavras, a empresa “compra o direito de continuar emitindo e poluindo, utilizando os créditos para atingir as suas metas de redução de emissões” (Furtado; Paim, 2024, p. 18), mesmo que a corporação compradora seja uma grande emissora de carbono, como petroleiras.

Assim, a única diferença que o sistema de certificação gera é a expansão para mais geração de energia, neste caso renovável. Portanto não leva à redução do uso de combustíveis fósseis, mas sim à expansão e diversificação da produção de energia. O objetivo da introdução do mecanismo de compensação de carbono na indústria renovável é, portanto, conciliar empresas que geram energia por fontes renováveis e as que geram por fontes fósseis

em um mesmo negócio, na qual ambas (se não a mesma) lucram: uma por poder vender créditos de carbono, outra por não interromper ou alterar seu modo de produção. Desta forma, o sistema de certificação se trata de um mecanismo financeiro que gera lucros, até o momento, adicionais à produção, já que além do lucro da geração de energia, “ainda ganha créditos de carbono e capital reputacional por se afirmar como ‘carbono neutro’” (Furtado; Paim, 2024, pp. 17-18).

Dada a sua capacidade de lucrar sobre a especulação, o mercado de certificados tem crescido largamente no Brasil, conforme demonstrado nos relatórios anuais de “*Benchmarking I-REC e REC Brazil*” do Instituto Totum, responsável pelas certificações no país. O aumento das usinas certificadas começou a se elevar a partir de 2020, e a disparada de emissões e de capacidade gerada se deu sobretudo em 2021 e 2022, como se pode ver no Gráfico 19. Além disso, o Brasil foi o país que mais teve usinas certificadas no mundo de 2019 a 2021 e hoje se mantém na 4ª posição mundial, bem como é até hoje o país com maior capacidade registrada de geração certificada (Instituto Totum, 2020; 2021; 2022; 2023; 2024).

Gráfico 19 - Expansão de usinas certificadas e capacidade de energias renováveis registrada no Brasil (2019-2023)



Fonte: elaboração própria com base em Instituto Totum (2020; 2021; 2022; 2023; 2024).

A análise das certificações no Brasil por fonte de energia também nos possibilita entender melhor a dinâmica deste mercado. Em 2023, 48% das usinas brasileiras certificadas foram eólicas, e 23% são hidrelétricas, de um total de 518 usinas no país. Já em relação às emissões de certificados, no mesmo ano, a fonte hidrelétrica foi responsável por 56% das

emissões, enquanto as eólicas emitiram 35% do total (Instituto Totum, 2024). Tendo em vista que cada I-REC equivale a 1 MWh em eletricidade, isso nos permite averiguar que as usinas eólicas, por atualmente possuírem menor capacidade instalada, emitem menos certificados, embora tenha mais usinas certificadas. Por outro lado, se poucas usinas hidrelétricas conseguem emitir mais certificados, isso significa que usinas de grande porte, como Itaipu ou Belo Monte, podem emitir volumes massivos de certificados: em suma, complexos de energia renovável de grande porte são mais beneficiados pelo sistema de certificação I-REC.

Em relação a benefícios fiscais, ressaltamos as propostas da Câmara Temática Fortalecimento das Bases Científico-Tecnológicas no componente “Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação”, dentre as quais está “criar linha(s) de crédito(s) para financiamento empresarial reembolsável para a cadeia de valor do hidrogênio, incluindo a produção, o armazenamento, o transporte, a segurança e o uso” (MME, 2023b, p. 42). Embora não conste na lista de ações finalizadas no Plano Trienal, uma iniciativa que dialoga diretamente com essa ação é o lançamento, em julho de 2022, do Programa BNDES Hidrogênio Verde, resultado da combinação de dois fundos, o BNDES Finem-Meio Ambiente e o Fundo Clima. Com o objetivo de incentivar projetos pilotos de hidrogênio verde, esta articulação de linhas de crédito trás a vantagem de permitir que projetos utilizem os dois instrumentos simultaneamente, ou seja, acumulando seus benefícios. Assim, o BNDES se propõe a apoiar empreendimentos de produção ou utilização de hidrogênio verde, bem como iniciativas de desenvolvimento tecnológico, estabelecendo um valor mínimo de financiamento de R\$ 10 milhões e máximo de R\$ 300 milhões. Ademais, o banco declara que pretende ampliar seu apoio incluindo plantas de maior porte para exportação, na medida em que os projetos recebam a decisão final de investimento (BNDES, 2022).

A linha de financiamento de projetos de hidrogênio verde se integra na seara de fundos do BNDES direcionados a energias renováveis, sendo o principal financiador global de energias renováveis. De acordo com a BloombergNEF, foram US\$ 36,4 bilhões em empréstimos a projetos de energias renováveis - o que na cotação atual equivaleria a mais de US\$ 200 bilhões - tendo sido aprovado em 2023 o valor de US\$ 20,4 bilhões para iniciativas da transição energética (Rockmann, 2024b). Dentre suas linhas se destaca o Fundo Nacional sobre Mudança do Clima (FNMC), ou apenas Fundo Clima, vinculado ao

Ministério do Meio Ambiente (MMA) para disponibilizar recursos reembolsáveis (administrado pelo BNDES) e não reembolsáveis (operado pelo MMA) de projetos inseridos no escopo de combate às mudanças climáticas. Nos últimos anos, têm elevado consideravelmente sua escala financeira de investimentos, sobretudo por conta da captação gerada por títulos verdes⁷⁴.

Os setores eleitos a serem beneficiados são definidos no Plano Anual de Aplicação de Recursos (PAAR), documento elaborado pelo Comitê Gestor do Fundo Clima. A primeira vez que o hidrogênio verde apareceu neste documento foi no PAAR de 2022, nas áreas de infraestrutura e energias renováveis. De acordo com o texto, podem ser contemplados por linhas de ação reembolsáveis do BNES projetos de infraestrutura de “pesquisa e desenvolvimento e capacidade produtiva de componentes e sistemas dedicados a (...) hidrogênio de baixo carbono” (MMA, 2022, p. 5). Já em relação às energias renováveis, o PAAR de 2022 acena para o sistema hidrogênio verde-eólicas offshore, uma vez que habilita o financiamento projetos de “desenvolvimento tecnológico da energia solar, eólica, hidráulica, de biomassa, de óleos vegetais hidrotratados, de resíduos sólidos urbanos e dos oceanos ou para produção e utilização de hidrogênio de baixo carbono”, bem como “da cadeia produtiva para a difusão do uso de energia solar e dos oceanos, incluindo o armazenamento de energia” (MMA, 2022, p. 6).

Embora o PAAR utilize o termo “hidrogênio de baixo carbono”, se alinhando à preferência de classificação taxonômica por quantidade de emissões e não por cores, o documento adiciona uma nota de rodapé para delimitar o seu entendimento do termo, indicando que “as formas de produção de hidrogênio de baixo carbono elegíveis ao Fundo Clima são as de origem em energia renovável” (MMA, 2022, p. 5). Ou seja, o entendimento do PAAR sobre hidrogênio de baixo carbono é equivalente ao hidrogênio verde, uma vez que restringe o acesso ao Fundo Clima à rota tecnológica de eletrólise com eletricidade gerada por usinas solares ou eólicas.

A restrição dos benefícios do Plano Clima apenas ao hidrogênio verde vai de encontro ao termo adotado pelo PNH2, que abrange uma variedade bem maior de rotas

⁷⁴ Em 2024, o banco de desenvolvimento aprovou investimentos recordes para as operações do Fundo Clima, chegando a R\$ 7,3 bilhões, que correspondem a 70% dos aproximadamente R\$ 10,4 bilhões aportados pela União ao BNDES, em abril, para o financiamento de projetos de mitigação da mudança climática e seus efeitos (BNDES, 2024).

tecnológicas, inclusive fósseis. Nesse sentido, o Plano Trienal 2023-2025 aponta para a “revisão do conceito de hidrogênio de baixo carbono adotado pelo Comitê Gestor do Fundo Nacional de Mudanças Climáticas”, propondo a “ampliação do conceito de hidrogênio de baixo carbono no PAAR 2023” (MME, 2023b, p. 76). Em outras palavras, um dos objetivos do plano é a ampliação do financiamento do Fundo Clima para outras rotas do hidrogênio, possivelmente a partir de fontes fósseis, como o hidrogênio azul. No entanto, isso até agora não foi logrado, haja vista que os PAARs de 2023 e de 2024 não só deixaram de atender à ampliação, como não mais utilizam o termo “hidrogênio de baixo carbono”, adotando nos planos seguintes a nomenclatura “hidrogênio com fontes renováveis” (MMA, 2023; 2024b) e, assim, adotando outro entendimento em relação ao PNH2.

O objetivo de revisar o conceito do Fundo Clima se insere em uma ação mais abrangente de “avaliar o aperfeiçoamento de atos normativos com vistas a viabilizar incentivos já existentes para facilitar o desenvolvimento do mercado do hidrogênio (e seus derivados) produzido por diversas fontes de energias e rotas de produção” (MME, 2023b, p. 76), no âmbito da Câmara Temática de “Neoindustrialização, Mercado e Competitividade”. Além da revisão conceitual do PAAR, esta ação também visa a alterar a legislação para que projetos de hidrogênio de baixo carbono sejam beneficiados nos instrumentos de financiamento existentes, propondo o enquadramento destes como infraestrutura prioritária – como rodovias ou portos – ou como atividade econômica intensiva em PD&I. Nesse sentido, o PNH2 menciona o Decreto 8.874/2016, dispositivo que regulamenta a Lei nº 12.431/2011, dispondo sobre quais projetos podem emitir debêntures incentivadas, ou seja, títulos da dívida com isenção de imposto de renda para investidores. O PNH2 propõe, portanto, “ajustes na redação do Decreto 8.874/16 ou elaborar minuta de Portaria do MME (...) de forma a deixar mais explícitas as possibilidades de produção e uso de hidrogênio e seus derivados” (MME, 2023b, p. 76), já tendo o MME apresentado uma proposta de ajustes ao decreto para o Ministério da Fazenda.

A combinação de diferentes benefícios fiscais de instituições e fundos nacionais para a cadeia produtiva do hidrogênio, como financiamento pelo Plano Clima e debêntures incentivadas, tem o objetivo de demonstrar a instituições financeiras internacionais que se está criando um ambiente favorável para o mercado de hidrogênio verde. Nesse sentido, o PNH2 busca arquitetar uma diplomacia financeira que viabilize a “implementação de

projetos relacionados a hidrogênio de baixo carbono em formato de *blended finance/catalyst finance* (recursos públicos, doações, fundos climáticos e investimentos privados) no Brasil” (MME, 2023b, p. 74). Para concretizar essa estratégia, o PNH2 apresenta, também no escopo da Câmara Temática de “Neoindustrialização, Mercado e Competitividade”, a iniciativa de realizar um mapeamento de organizações internacionais e multilaterais visando à captação de recursos financeiros elegíveis a estudos e projetos da cadeia do hidrogênio, apresentando inclusive uma lista de instituições estrangeiras, entre elas “Green Climate Fund (GCF) (...), [Banco Interamericano de Desenvolvimento] (BID), Banco Mundial, Banco de Desenvolvimento para a América Latina (CAF)” (MME, 2023b, p. 74).

O esquema de combinar linhas de financiamento e debêntures para a expansão da indústria do hidrogênio verde já tem gerado frutos, haja vista a aprovação do Brasil no programa do Programa de Energia Renovável do Climate Investment Funds (CIF-REI) - que conta com a intervenção do BID e do Banco Mundial - e na celebração de parceria para facilitar o acesso ao programa de infraestrutura (CIF-ID)⁷⁵. Embora a diplomacia financeira tenha sido movimentada, o setor busca por fontes concretas de financiamento, o que tem sido dificultado devido ao fato do Brasil não apresentar um arcabouço legal e regulatório-normativo que apresente os eventuais incentivos financeiros que o país disponha para este mercado.

A análise da Câmara Temática “Arcabouço Legal e Regulatório-Normativo” nos permite identificar a unidade entre busca por fontes de financiamento e regularização do hidrogênio, sendo o último subordinado ao primeiro. Isso fica nítido ao observarmos o único objetivo desta instância: “Remover barreiras no arcabouço legal e regulatório-normativo que dificultem a atração de investimentos ao setor, considerando: alinhamento dos normativos nacionais com internacionais; interrelações entre setores; normas relacionadas à segurança e a novos usos e tecnologias” (MME, 2023b, p. 30).

A falta de um marco legal para o hidrogênio verde e para as demais atividades de sua cadeia produtiva, como as eólicas offshore, entre 2022 e 2024, foi vista com extremo alarde pelos empresários do setor, alegando que empresas deixavam de investir ou retiravam seus investimentos no Brasil por conta disso. Diversas declarações foram dadas nesse sentido, como a fala do diretor da Prumo Logística em que afirma que o Brasil “já perdeu a primeira

⁷⁵ O CIF tem, até 2024, 17 projetos no Brasil, sendo 7 para a transição energética e 10 na área florestal.

onda de investimentos, tanto do hidrogênio renovável quanto do *offshore wind*” (apud Estúdio Epbr, 2023, s/p), ou que “está correndo o risco de perder o *timing*”, como diz o vice-presidente da Vestas (apud Gonçalves, 2023, s/p), ou ainda que “precisa de uma força-tarefa que defina metas objetivas, estabeleça valores e investimentos no setor”, conforme o consultor da Fiec (apud Brasil, 2023a, s/p).

Frente a isso, a partir de 2023, o movimento do empresariado do hidrogênio e das eólicas offshore era de pressa, com base na ideia de que “não é sobre você ser o mais competitivo potencialmente, é sobre ser o mais rápido neste momento de colocar uma estrutura de incentivos que vai gerar esse ciclo” (apud Gonçalves, 2023, s/p). As consequências do não atendimento desta demanda é muitas vezes apresentada de forma categórica, como a declaração da diretora de políticas públicas do GWEC, quando destaca que, “se o Brasil não ‘abrir as portas’, com a aprovação do marco, os investidores destinarão capital para outros países com regulações mais estabelecidas” (apud Eixos, 2024, s/p). Um dos pontos para os quais é requerida a rapidez da legislação é a viabilização de leilões do setor, tanto os leilões de energia da HINT.CO, como o primeiro leilão de prismas marítimos operado pelo governo federal, ou seja, de concessão de áreas no mar para atividade industrial, este último sendo altamente esperado pelo setor por ocorrer antes dos leilões de energia (Vasconcelos; Collet, 2024).

O “atraso” no marco legal do hidrogênio também era visto como sinal de que o Brasil perdia a competição internacional frente a países com legislações mais avançadas. Empresas como a Copenhagen Infrastructure Partners e a BlueFloat Energy teriam desistido de projetos de energia eólica na costa brasileira frente à demora na aprovação no marco legal das eólicas offshore, transferindo sua previsão de investimentos para outros países (Vasconcelos; Collet, 2024), como o Chile ou Marrocos, onde a regulamentação já existia (Garcia, 2024b). Nessa toada, se torna razoável a forma como a legislação de um setor estratégico como a energia seja encarada, como demonstra a representante do GWEC: “o investidor não quer uma regulação perfeita [*offshore*], não quer saber como vai ser de hoje até daqui a 30 anos. Ele quer poder entrar, quer saber as regras do jogo, para poder iniciar os investimentos” (apud Estúdio Eixos, 2024b). Elementos fundamentais da estratégia do MME para o hidrogênio verde também são criticados por empresários, como o “excesso de foco em projetos-piloto” em contraste a projetos comerciais e de maior porte, tendo em vista

que “a tecnologia para produzir hidrogênio verde existe há décadas. Não podemos perder tempo tentando provar o que já foi comprovado”, conforme afirma o CEO da Thyssenkrupp (apud Zanobia, 2024, s/p).

Nesse sentido, foram comuns alegações como “a questão é entender se o país vai realmente embarcar nesse voo para o futuro ou, mais uma vez, perder o bonde da história” (Geraque, 2024, s/p), ou como a colérica manifestação de Serpa (2023, s/p): “por causa dessa irresponsável demora, o Brasil está ameaçado de perder a corrida pelos bilionários investimentos (em dólar) que o mundo começa a fazer para a produção, o armazenamento e o transporte do Hidrogênio Verde”. Assim, buscamos demonstrar, com a montagem desse conjunto de declarações, a temperatura do debate acerca do marco legal do sistema hidrogênio verde-eólicas offshore no Brasil, tendo sido instaurado um verdadeiro clima de pressão sobre o governo federal.

Essa demanda de velocidade na aprovação dos marcos legais do hidrogênio verde e das eólicas offshore vai de encontro com a mobilização da GIZ, via H2Brasil, para o avanço de sistema no Brasil, como já explicitado anteriormente. A este ponto, é possível compreender como a incidência das instituições alemãs, como a GIZ, a Aliança Brasil-Alemanha para o Hidrogênio, ou a AHK, esteve vinculada ao PNH2, sendo uma forte aliada do setor nacional que visa a fazer deslanchar essa cadeia produtiva. Dentre as Câmaras Temáticas que operacionalizam o trabalho no PNH2, a GIZ faz parte de duas, capacitação de recursos humanos e arcabouço legal e regulatório-normativo, sendo a única instituição não-brasileira a estar oficialmente integrada em alguma instância do programa. Embora faça parte de apenas duas câmaras, o Plano Trienal apresenta diversas ações que a GIZ e outras instituições alemãs estiveram envolvidas, estando presente em iniciativas de todas as câmaras, como se pode verificar no Quadro 8.

Quadro 8 – Ações do Programa Nacional do Hidrogênio (PNH2) com participação direta da GIZ e de outras instituições alemãs

Ação	Câmara Temática	Atores envolvidos	Resultado
Fomentar startups e ao processo de inovação aberta em hidrogênio no âmbito do Programa de Inovação em Hidrogênio Verde (iH2Brasil)	Fortalecimento das Bases Científico-Tecnológicas	MCTI, MME, <u>GIZ</u> , <u>H2Brasil</u> , <u>Aliança Brasil-Alemanha para o Hidrogênio Verde</u> , <u>AHK Rio</u> , <u>AHK São Paulo</u> , Startups	Conclusão de 3 edições do Programa iH2Brasil, com 24 startups atendidas

Publicar editais e chamadas públicas para fomento à implantação/ampliação de laboratórios de hidrogênio com vistas à ampliação da oferta de cursos e de profissionais para os setores do hidrogênio	Capacitação de Recursos Humanos	MEC, Universidades, IFEs, ABH2, EPE, IEL, <u>Demais organizações da Câmara Temática de Capacitação de Recursos Humanos</u>	Não informado
Propor disciplinas optativas e inserção de unidades curriculares sobre Energias Renováveis e Eficiência Energética ofertadas para os cursos técnicos, de graduação e pós-graduação	Capacitação de Recursos Humanos	Sistema S, <u>Projeto H2-Brasil</u> , Programa EnergIFE, IFES (UFMG, UFRGS, UNIFEL, UFC e UFRJ)	Não informado
Formar docentes em conhecimentos sobre hidrogênio e suas cadeias produtivas junto ao Projeto H2-Brasil	Capacitação de Recursos Humanos	Universidades, RFEPCT, Sistema S, IEL, <u>GIZ</u> , ABH2	Capacitação de 300 profissionais, num currículo de 120 horas. Oferta de 8 Masterclass sobre o tema do hidrogênio, com mais de 700 inscrições
Estimular a formação de profissionais em ações de cooperação internacional nas áreas das energias renováveis e eficiência energética, entre elas, a temática do hidrogênio	Capacitação de Recursos Humanos	IFES, Sistema S, <u>Projeto H2-Brasil</u> , Programa EnergIFE,	Não informado
Desenvolver curso introdutório, de curta duração, usando técnicas de EaD, para disseminar conceitos que envolvem toda a cadeia de geração de hidrogênio (rotas) e usos finais	Capacitação de Recursos Humanos	Sistema S, <u>Projeto H2-Brasil</u> , Programa EnergIFE, Agências reguladoras, ministérios, agentes de governo	Não informado
Ampliar o número de grupos de pesquisa junto aos NITs (Núcleos de Inovação Tecnológica) para publicação de patentes e artigos técnico-científicos, incentivar a publicação de títulos sobre o hidrogênio, aproximar grupos de pesquisa sobre o hidrogênio por meio de eventos	Capacitação de Recursos Humanos	IFES, Sistema S, <u>Projeto H2-Brasil</u> , Programa EnergIFE, MCTI, MEC	Não informado
Elaborar programa de capacitação sobre hidrogênio de baixo carbono no âmbito do setor público (foco em atividades de autorização/normatização técnica e licenciamento socioambiental)	Capacitação de Recursos Humanos	MME, MEC, EPE, Universidades, IFs, SENAI, <u>Câmara Temática de Capacitação de Recursos Humanos</u>	Não informado
Selecionar profissionais/ docentes das redes de educação para elaboração de disciplinas/ unidades curriculares/ cursos para o desenvolvimento do hidrogênio no âmbito do setor público	Capacitação de Recursos Humanos	IFEs, Sistema S, <u>Projeto H2-Brasil</u> , Programa EnergIFE	Não informado

Desenvolvimento de um curso de pós-graduação (Lato-Sensu) para formação de gestores públicos e especialistas na temática hidrogênio, considerando todas as rotas de produção (upstream), diversos usos finais (downstream) e regulação do setor	Capacitação de Recursos Humanos	Sistema S, Projeto H2-Brasil , Programa EnergIFE, agências reguladoras, ministérios, agentes de governo	Não informado
Criar iniciativas com linguagem moderna e facilitada em temas de amplo acesso (terminologia, descarbonização, oportunidades de emprego, desenvolvimento sustentável, “lendas urbanas”) para ampliar a discussão sobre o hidrogênio além do âmbito acadêmico, junto aos setores público, privado e sociedade. Desmistificar o hidrogênio e aumento do nível de conhecimento e aceitação sobre o mesmo	Capacitação de Recursos Humanos	Meios de comunicação, Federações de Indústrias Estaduais, Institutos de Pesquisa, IFEs, escolas públicas e privadas, MEC, MCTI, ABH2, IEL, associações com atuação na área, <u>Câmara Temática de Arcabouço Legal e Regulatório-Normativo</u>	Não informado
Desenvolvimento da Plataforma H2Brasil	Planejamento Energético	Membros da Câmara Temática de Planejamento Energético, MME, EPE, <u>instituições convidadas</u>	Em execução
Mapear a cadeia de valor do hidrogênio no país produzido pelas diferentes fontes de energia e rotas tecnológicas	Neoindustrialização, Mercado e Competitividade	MDIC, MME, MDR, ANP, EPE, ABDI, CCEE, BNDES, INMETRO, ABSOLAR, ABDIB, CNI, ABEEÓLICA, ABH2, ABEGÁS, ABIOGÁS, <u>GIZ</u>	Publicação do estudo Mapeamento do Setor de Hidrogênio Brasileiro, em outubro de 2021, no âmbito da Parceria Energética Brasil-Alemanha
Estimar os impactos da quantificação e precificação de carbono (nacional e internacional) na competitividade relativa do hidrogênio (nas diferentes rotas). Discutir a inserção da cadeia de hidrogênio nos projetos de crédito carbono nos mercados voluntários e regulados brasileiros, avaliando as potencialidades de geração de créditos para alavancagem dos investimentos nas diferentes rotas tecnológicas.	Neoindustrialização, Mercado e Competitividade	MME, IPEA, CCEE, Câmara de Regulação, IBP, ABEEÓLICA, ABIOGÁS, ABSOLAR, BNDES, MF, MDIC, ABDIB, ABH2, <u>Pacto Brasileiro pelo H2 Renovável</u>	Não informado
Realizar avaliação dos impactos na competitividade dos produtos brasileiros em relação aos mecanismos de ajuste de carbono na fronteira, com destaque para o Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM) da União Europeia.	Neoindustrialização, Mercado e Competitividade	BNDES, MF, MDIC, ABDIB, ABH2, <u>Pacto Brasileiro pelo H2 Renovável</u>	Não informado

Fonte: elaboração própria, a partir de MME (2023b)

Apesar das 15 iniciativas as quais foi possível rastrear a participação da Alemanha, identificamos que nenhuma das ações concernentes à Câmara Temática “Arcabouço Legal e Regulatório-Normativo” teve qualquer instituição alemã listada entre os atores envolvidos, mesmo de forma abrangente. Tendo em vista que a GIZ está entre os membros desta instância, nos parece que há uma lacuna de informações quanto à real participação da cooperação internacional alemã na construção do arcabouço legal do hidrogênio no PNH2, sobretudo quando é posto em perspectiva os interesses que mobilizam o engajamento da Alemanha, bem como sua capacidade de incidência. A ausência das iniciativas alemãs nas 15 atividades diretamente ligadas ao arcabouço legal contrasta com os relatórios elaborados no âmbito do H2Brasil em parceria com o MME, entre os anos 2021 e 2024, que subsidiam a construção da estratégia brasileira para o PNH2, abordando temas como planejamento energético (3 relatórios), regulação e certificação (5), e mercado e financiamento no Brasil (6) (MME, s/d). Nesse sentido, se somarmos as ações que as instituições alemãs estiveram explicitamente envolvidas e as que houve participação indireta, podemos concluir que a Alemanha incidiu em 30 das 83 ações do PNH2, estando presente em todas as Câmaras Temáticas (MME, 2023b).

4.3 “Greenwashing” parlamentar e a disputa política pelos Marcos Legais do Hidrogênio de Baixo Carbono e das Eólicas Offshore no Congresso Nacional

Embora o tempo do mercado do hidrogênio e das eólicas seja distinto do tempo da política institucional brasileira, os interesses de ambas arenas convergem no fomento das finanças verdes. No entanto, apesar do sistema hidrogênio verde-eólicas offshore tenha se tornado mais cara à estratégia política do governo federal e da agenda do Congresso Nacional a partir de 2023, a aproximação do Planalto em relação à temática já havia sido iniciada antes de Lula III.

A construção da legislação das eólicas offshore foi um processo anterior à regulamentação do hidrogênio verde. A primeira peça legislativa sobre eólicas offshore foi o PLS 484/2017, proposto pelo então senador Fernando Collor (PTC⁷⁶-AL), este que, em

⁷⁶ O Partido Trabalhista Cristão (PTC) passa a se chamar Agir, em 2022. Collor atualmente é filiado ao Partido Renovação Democrática (PRD).

seu mandato de presidente da República entre 1990 a 1992, presidiu a Conferência Rio 92 (Eco92) (Tupynambá, 2012). O PLS 484/2017 é voltado para o desenvolvimento da indústria eólica offshore – denominada no próprio documento como “pré-sal eólico” - no mar territorial e na ZEE (até 370 km), tanto para uso público quanto privado (Brasil, 2017). O PLS 484/2017 foi aprovado pelo Senado Federal em 18 de dezembro de 2018, passando por alterações como a extensão à indústria solar offshore e à implantação das usinas nas chamadas águas interiores (mares fechados, lagos e rios) (Accioly, 2018), sendo assim repassado para a Câmara dos Deputados como PL 11.247/2018 (Brasil, 2018).

Paralelamente, o então senador Jean Paul Prates (PT-RN), que posteriormente assumiria a presidência da Petrobrás, propôs em fevereiro de 2021 o PLS 576/2021. Embora reafirme o objeto do projeto de Collor, o texto de Prates apresenta de forma mais robusta o seu fundamento político, destacando como princípios o desenvolvimento sustentável com inclusão social, a garantia do interesse público pela transparência e participação popular, harmonização com demais atividades marítimas e responsabilização pelos impactos gerados, e proteção ambiental e da cultura oceânica (Brasil, 2021). Além disso, o PLS 576/2021 é a primeira legislação que estabelece o vínculo entre as eólicas offshore e o hidrogênio verde. Assim, dentre os princípios apresentados no art. 4º, o inciso IV indica a “abertura ao estudo e desenvolvimento de novas tecnologias de energia limpa a partir do aproveitamento do espaço offshore, incluindo seu uso de modo a viabilizar a redução de emissões de carbono durante a produção de energia, como na extração de hidrogênio verde” (Brasil, 2021, p. 2). Ainda, o texto de justificação do projeto de lei se encerra com um apelo à implementação do uso do hidrogênio verde como vetor energético, o que torna evidente que a proposta de avanço das eólicas para o mar é abordado no Brasil sobretudo como parte do sistema hidrogênio verde-eólicas offshore.

O PLS 576/2021 também apresenta com bastante detalhamento os processos de outorga, o qual vale destacar a menção ao planejamento espacial marinho (PEM), este que não havia sido citado no PLS 484/2017. O texto de Prates estabelece a realização prévia de estudos de zoneamento ambiental de forma a realizar um planejamento preventivo, este que deve subsidiar o EIA de cada empreendimento (Brasil, 2021). Embora não inclua diretamente as atividades econômico-sociais como parte do planejamento espacial, como faz em relação às áreas de proteção ambiental, o PLS 576/2021 dispõe que a delimitação das

zonas que alocação as usinas eólicas deve ser submetida à consulta pública, referindo-se diretamente à participação das comunidades locais e colônias de pescadores, como forma de identificar os efeitos socioambientais dos empreendimentos em suas atividades. Apesar de apresentar o dispositivo do PEM, o que favorece a correlação de forças para a manutenção das características e atividades regionais, o PLS 576/2021 também lança mão dos estudos ambientais simplificados a empreendimentos classificados como baixo potencial de degradação ambiental, o que, conforme já explicado anteriormente, pode ser utilizado no lugar do EIA, sendo dispensado o PEM.

O PLS 576/2021 foi aprovado pela Comissão de Infraestrutura (CI) em 17 de agosto de 2022, em decisão terminativa⁷⁷, na forma do substitutivo do senador Carlos Portinho (PL-RJ) (Brasil, 2022b). A versão de Prates demarca que o avanço de usinas eólicas em áreas interiores não concernia ao objeto do projeto de lei, devido à baixa velocidade dos ventos nessa região. No entanto, Portinho inclui as águas interiores em sua redação (Agência Senado, 2022), fazendo o mesmo movimento ocorrido na aprovação do então PLS 484/2017 de Collor, o qual também contou com a inclusão das águas interiores no momento de aprovação no Senado. Ou seja, em ambos os casos, houve pressão para que as usinas eólicas avançassem em direção à costa. Ao avançar na Câmara dos Deputados, o PLS 576/2021 foi apensado⁷⁸ pelo PL 11.247/2018.

Durante a tramitação do PL 11.247/2018 na Câmara dos Deputados, a única ocasião que contou com espaço de fala e escuta para pessoas e organizações que contestam o modelo atual de desenvolvimento dessa indústria, e que se encontram fisicamente nos territórios que serão afetados pelo avanço desse marco regulatório, foi a audiência pública sobre impactos socioambientais da construção de parques de energia eólica, ocorrida em 5 de setembro de 2023, na Comissão de Direitos Humanos, Minorias e Igualdade Racial da Câmara dos Deputados, por solicitação da deputada Talíria Petrone (PSOL-RJ) (Câmara dos Deputados, 2023a). A audiência foi o único espaço institucional em que líderes de movimentos sociais, comunidades pesqueiras e pesquisadores críticos aos megaempreendimentos de descarbonização pautaram o conteúdo da discussão, tendo sido contempladas as falas de representantes das seguintes organizações: i) Articulação Povos de Luta, Movimento de

⁷⁷ Caso no qual a Comissão tem poder para aprovar o projeto sem precisar passar pelo plenário da casa legislativa (Senado ou Câmara dos Deputados).

⁷⁸ Anexado.

Pescadoras e Pescadores do Brasil (MPP); ii) Associação de Homens e Mulheres do Mar da Baía de Guanabara, Articulação Povos em Luta; iii) Observatório da Energia Eólica da Universidade Federal do Ceará; iv) representantes do povo Tremembé, do Ceará; v) Movimento Quilombola do Ceará; vi) Comissão Nacional de Fortalecimento das Reservas Extrativistas, Povos e Comunidades Tradicionais Extrativistas Costeiras e Marinha (CONFREM); vii) Instituto Terramar, e viii) Confederação Nacional dos Trabalhadores na Agricultura (CONTAG) (Câmara dos Deputados, 2023b).

É digno de nota a intervenção do deputado federal prof. Paulo Fernando (REP-DF), na qual expressou sentir falta de “outros atores nesta discussão: o sindicato dos trabalhadores dessas empresas, o representante das empresas da indústria eólica, os Prefeitos dos Municípios, os Secretários de Meio Ambiente desses Municípios, do Governo do Estado” (Câmara dos Deputados, 2023b, p. 17). Com isso, o deputado reafirmou elementos que haviam sido criticados em todas as demais falas, as quais apontaram as limitações do conceito de “energia limpa”, uma vez que esta atividade apresenta impactos socioambientais, uma vez que se limite a apresentar a dicotomia fontes renováveis *versus* fontes fósseis. No ponto de sua fala em que reconheceu a existência de impactos, o deputado conclui que “evidentemente, tudo isso é muito importante, mas pode ser mais bem discutido, salvo melhor juízo, por esses outros atores” (Câmara dos Deputados, 2023b, p. 17). Essa manifestação demarca a posição vinculada ao posicionamento hegemônico sobre o tema, mesmo no único espaço que abordasse outro aspecto do debate.

Já em relação ao hidrogênio verde, o debate do marco legal nas casas legislativas ocorreu um pouco depois. A primeira peça legislativa que se aproxima do debate do hidrogênio verde como vetor energético é o PLS 725/2022, proposto em março de 2022, também pelo então senador Jean Paul Prates. Esse PL tem como objetivo pontuar mecanismos de inserção do hidrogênio no setor energético nacional, de modo a colocar o Brasil “novamente no caminho da vanguarda energética”, ao se inserir no “grupo de países que buscam o hidrogênio sustentável como uma das soluções para o futuro” (Brasil, 2022c, p. 5). Em relação à taxonomia, utilizou-se o termo “hidrogênio sustentável”, definindo-o como o “hidrogênio produzido a partir de fonte solar, eólica, biomassas, biogás e hidráulica” (Brasil, 2022c, p. 2). Assim, o PLS 725/2022 também optou por utilizar uma taxonomia mais genérica, não adotando nem a classificação por cores, por conta dos “riscos concretos de

apropriação intelectual ou disputas terminológicas” (Brasil, 2022c, p. 4), nem se baseia no índice de emissões de carbono.

Antes de ser encaminhado à Câmara dos Deputados, o PLS 725/2022 passou pela Comissão do Meio Ambiente (CMA), seguindo posteriormente à CI em decisão terminativa. O entendimento do CMA frente ao PL de Prates foi fruto de um debate mais amplo em relação a uma série de pautas ambientais que tramitavam no Congresso, conduzido pelo senador Jaques Wagner (PT-BA), presidente da CMA desde fevereiro de 2021. Para tal, foi instalado na CMA, em 14 de junho de 2021, o Fórum da Geração Ecológica, que reuniu 42 representantes de diversos setores da sociedade – desde o agronegócio até movimentos sociais - com a finalidade de debater cinco temáticas em cinco grupos de trabalho: i) Bioeconomia; ii) Cidades Sustentáveis; iii) Economia Circular e Indústria; iv) Energia, e v) Proteção, Restauração e Uso da Terra. De acordo com o relatório final do Fórum, foram realizados, ao longo de 12 meses de trabalho, 51 reuniões dos 5 grupos de trabalho, totalizando mais de 100 horas de discussões técnicas, em um processo que contou com a parceria da Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (Cepal).

A análise do relatório final permite compreender com nitidez a contradição subjacente à elaboração de uma política energética nacional por governos reformistas. Um primeiro elemento é o uso do conceito cepalino de “*Big Push* para a Sustentabilidade”, a partir do qual os volumosos investimentos necessários para a transição ecológica são vistos como uma “oportunidade de gerar um grande impulso para um novo ciclo virtuoso de crescimento econômico, geração de emprego e renda, redução de desigualdades e lacunas estruturais, e promoção da sustentabilidade ambiental” (Senado Federal, 2022, pp. 9-10). Com base nesse referencial, torna-se natural colocar um representante da Associação Brasileira do Agronegócio (Abag) ou da Federação Brasileira de Bancos (Febraban) para construir a agenda ambiental do país. Apesar de contar com os setores bancário e do agronegócio, o Fórum foi composto por outras figuras que possuem maiores qualificações para a pauta, como representantes de instituições do terceiro setor como ISA, lideranças indígenas como Oé Payakan Kayapó e Txaí Suruí, economistas como Ladislav Dowbor, ambientalistas como Suely Araújo, e movimentos sociais como Via Campesina, Articulação Nacional do Semiárido (ASA), Coordenação Nacional de Articulação das Comunidades

Negras Rurais Quilombolas (CONAQ) e Articulação Nacional de Agroecologia (ANA), estes que puderam em alguma medida colocar suas pautas (Senado Federal, 2022).

A composição do GT Energia, por sua vez, demonstra que a correlação de forças foi outra. O GT foi composto pela presidente da Abeeólica, Elbia Gannoum, pelo engenheiro químico, ex-vice-Presidente de Petroquímicos Básicos na Braskem, e por representantes de *think thanks* climáticos, do Fórum das Centrais Sindicais, do Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável (CEBDS) e da AHK-RIO, (Senado Federal, 2022). Dentre os cinco grupos de trabalho, o GT Energia foi o único que não contou com pesquisadores, ambientalistas, representações indígenas, quilombolas, pescadores ou outros movimentos sociais, mesmo que já seja de conhecimento do governo federal a existência de uma resistência em relação a este modelo, como demonstram estudos da EPE. Ao submeter a política energética a um viés tecnicista, prioriza-se as presenças de figuras vinculadas a empresas como a Braskem, que foi indiciada por uma Comissão Parlamentar de Inquérito (CPI) por crimes ambientais (Agência Senado, 2024a), ou agremiações patronais, como a CEBDS. Além disso, as presenças das representações da AHK-Rio e da Abeeólica deixam explícito o alinhamento da CMA de Jaques Wagner ao projeto de transição energética dos países centrais, sobretudo do programa alemão.

Como resultado, o debate para a política energética centrou-se em “radicalizar o posicionamento em prol das energias renováveis”, sendo a implementação do sistema hidrogênio verde-eólica offshore, junto de células de combustível e biogás, o centro da discussão. O debate do grupo de trabalho teve como conclusão o apoio exclusivo ao hidrogênio verde e à amônia como principal solução para transportá-lo. Em relação às eólicas offshore, o grupo incentiva o investimento desta indústria por se tratar da única fonte renovável capaz de substituir a dependência em termelétricas, devido à maior capacidade instalada e maior resiliência frente alterações no clima (Senado Federal, 2022).

Apesar de terem sido levantados pontos relevantes para o debate da transição energética, como o excesso de uso de água, o aumento da mineração vinculado às tecnologias verdes, o descomissionamento das termelétricas a base de carvão no Sul do país e a energia como um bem público, o resultado não contou com qualquer grande divergência ao projeto já em curso. As medidas que mais abordaram questões sociais foram um debate da questão trabalhista no âmbito da transição, investimento em PD&I, promoção de empregos com

equidade de gênero e inclusão social, capacitação e formação da mão de obra local e redução do preço final para consumidores (Senado Federal, 2022).

Desta forma, a partir dos acúmulos do GT Energia do Fórum da Geração Ecológica, o CMA aprova o PLS 725/2022 em outubro de 2023 (Mendes, 2023). Embora a CMA não tenha apresentado emendas, o senador Veneziano Vital do Rêgo (MDB-PB), relator do PL, ao aprovar o texto em seu formato substitutivo, apresentou uma emenda que sugeria a alteração de dois pontos: um em relação à necessidade de aprofundar estudos sobre os impactos do carregamento de hidrogênio na malha de gás, e outro em relação à taxonomia, o qual apresenta elementos relevantes para o nosso argumento. A emenda do relator sugere substituir o termo “hidrogênio sustentável” por “hidrogênio sustentável de baixo carbono”, argumentando que o uso da classificação por emissões reforça “a isonomia e a competitividade entre as rotas tecnológicas” (Brasil, 2023d, p. 5).

A importância desta emenda para nossa análise se dá pois é o primeiro registro em lei da disputa entre, de um lado, o setor que defende o hidrogênio produzido estritamente pela eletrólise com eletricidade verde – que responde taxonomicamente ao sistema de cores ou a termos genéricos como “sustentável” -, e de outro, o hidrogênio que pode ser produzido por qualquer rota tecnológica desde que apresente baixos níveis de emissões de carbono – geralmente referido como “de baixo carbono”, “baixa emissão” ou afins. Fica evidente, portanto, que os programas postos para a economia do hidrogênio no contexto da transição energética variam entre a desfossilização via crescimento da indústria de renováveis, e entre a descarbonização via compensação de emissões na indústria, independentemente de qual seja a atividade produtiva. Aqui se instaura um primeiro momento de dissenso entre o hidrogênio verde e o “hidrogênio verde e amarelo”, ou seja, entre o programa europeu e o programa de setores da burguesia brasileira. Como resultado, o PLS 725/2022, embora aprovado pela CMA, está, até o momento de escrita deste trabalho, parado no Senado nas mãos do novo relator, o senador Cid Gomes (PSB-CE); ou seja, viria a ser substituído (Congresso Nacional, 2025).

Paralelamente à tramitação do texto de Prates, o CMA elabora, como encaminhamento do GT Energia do Fórum da Geração Ecológica, o PLS 1878/2022, em junho de 2022, que cria a Política que regula a produção e usos para fins energéticos do Hidrogênio Verde. Esta se trata de outra tentativa de proposta de legislação alinhada à

estratégia europeia, uma vez que utilize o termo “hidrogênio verde” a partir da definição de que é “gerado a partir da eletrólise da água, a qual se utiliza, para sua produção, da energia elétrica gerada por fontes de energia renováveis, sem emissão direta de dióxido de carbono na atmosfera no seu ciclo de produção” (Brasil, 2022d, p. 1).

Da mesma forma como ocorreu com o PLS 725/2022, o processo contou com a aprovação da emenda apresentada durante o período regimental, desta vez pelo senador Esperidião Amin (PP-SC), a qual dispunha sobre a taxonomia do hidrogênio. Em sua emenda, o senador sugeriu a alteração da caracterização de hidrogênio verde para “hidrogênio carbono neutro ou negativo”, propondo o acréscimo de outras rotas tecnológicas do hidrogênio. Vale notar o destaque do senador ao hidrogênio azul e ao turquesa, aos quais atribui extrema relevância para à indústria de óleo e gás, pois “permitirá uma maior descarbonização dos combustíveis fósseis” (Brasil, 2022e, p. 2), e ao hidrogênio musgo, distinguindo a produção por plantação e por resíduos ao classificá-las respectivamente como carbono neutro e carbono negativo.

Com a aprovação da emenda do senador, o projeto passou para a aprovação da Comissão Especial para Debate de Políticas Públicas sobre Hidrogênio Verde (CEHV), esta que deliberou, em abril de 2024, pela prejudicialidade do PL, ou seja, que este não deve continuar tramitando. Desde que o relatório da CEHV foi aprovado, em junho de 2024 (Senado Federal, 2024), o PLS 1878/2022 se encontra parado na CI junto do PLS 725/2022. Com isso, os principais projetos de lei que privilegiavam o hidrogênio produzido pela eletrólise de eletricidade renovável foram escanteados, abrindo espaço para a neutralidade tecnológica como princípio do marco do hidrogênio no Brasil.

O marco legal do hidrogênio que de fato avançou foi com base no trabalho das comissões específicas para o hidrogênio verde nas casas legislativas: a CEHV, no Senado, e a Comissão Especial para estudo, avaliação e acompanhamento das iniciativas e medidas adotadas para transição energética – Fontes Renováveis e Produção de Hidrogênio Verde no Brasil (CEENERG) na Câmara dos Deputados. Ambas comissões foram criadas em 2023, e teriam como tarefa a promoção do debate sobre o hidrogênio verde por meio de audiências públicas e outros espaços de consulta pública, bem como analisar as propostas em tramitação no Congresso Nacional, de forma a embasar a formulação do marco legal do hidrogênio

A CEHV no Senado Federal foi instituída em março de 2023, a pedido do então presidente do Senado, o senador Rodrigo Pacheco (PSD-MG), contando com dez membros sob a presidência do senador Cid Gomes e a relatoria do senador Otto Alencar (PSD-BA). Em sequência, é instalada, em maio do mesmo ano, a CEENERG na Câmara dos Deputados, esta que contaria com 34 membros titulares e igual número de suplentes. A presidência da CEENERG foi assumida pelo deputado Arnaldo Jardim (Cidadania-SP), que também é vice-presidente da FPA, e a relatoria ficou sob responsabilidade do deputado Bacelar (PV-BA), membro da recente Frente Parlamentar em Apoio ao Petróleo, Gás e Energia (FREPPGEN), o que já sinaliza para uma tendência a valorizar os interesses destes setores.

Ao analisar as atividades públicas das duas comissões, é possível tecer algumas considerações. A CEENERG contou com uma agenda mais intensa que a CEHV, tendo sido realizadas 13 audiências públicas e 5 mesas redondas nos Estados de São Paulo, Bahia, Pará, Rio de Janeiro e Ceará (Câmara dos Deputados, 2023c). A CEHV, por sua vez, realizou 7 audiências públicas, tendo apenas uma delas ocorrido fora de Brasília (Senado Federal, s/d). Dentre as cinco audiências públicas externas previstas no mesmo Plano de Trabalho da CEHV, as quais seriam realizadas em cinco estados distintos, realizou-se apenas uma, no Ceará, sendo suprimido o debate público nos estados da Bahia, Amazonas, Rio Grande do Sul e Rio de Janeiro (Senado Federal, 2023).

Ao analisar os temas tratados nas audiências públicas realizadas pelo CEHV e pela CEENERG, todas em 2023, é possível constatar que as audiências públicas foram construídas de forma a afirmar a expansão da indústria do hidrogênio verde da forma como já vem ocorrendo. Isso fica evidente ao averiguar que a única audiência pública da CEHV que estava prevista no Plano de Trabalho de 2023 e não foi realizada foi sobre o tema “Meio ambiente, recursos naturais e as plantas de Hidrogênio Verde” (Senado Federal, 2023). Já a audiência pública “Avaliação Ambiental Estratégica e Produção do Hidrogênio Sustentável”, prevista no plano de trabalho da CEENERG e de fato realizada, contou com apenas dois convidados, um representante da Secretaria Nacional de Mudança do Clima e o coordenador de licenciamento ambiental do Ibama, o qual realizaram um debate basicamente voltado para a regulamentação das atividades vinculadas à cadeia produtiva (Câmara dos Deputados, 2023d). Também vale contrastar as audiências sobre experiências internacionais de cada comissão: enquanto a audiência da CEENERG foi centrada na experiência alemã, a

qual estiveram presentes a AHK Rio e as empresas Siemens e Thyssenkrupp, a audiência da CEHV priorizou a China e o Reino Unido.

Os atores brasileiros que participaram das atividades das comissões, para além da institucionalidade governamental, foram basicamente representantes do setor privado: as audiências públicas da CEHV contaram com empresas como Toyota e Braspell Bioenergia, enquanto as atividades da CEENERG reuniram tanto empresas influentes no setor do hidrogênio verde, como a Quinto Energy, além das alemãs já citadas quanto contemplou outras rotas tecnológicas, sobretudo o setor de fertilizantes, o qual foi representado pela Yara e pela Atlas Agro. As associações patronais do setor, por sua vez, também estiveram fortemente presentes, como as já bastante centrais no lobby do hidrogênio verde, como Abeeólica, a Absolar, a Abiogás, a ABH2, como associações de setores de outras rotas tecnológicas de produção do hidrogênio, como a Associação Nacional para Difusão de Adubos (ANDA), a Associação Brasileira de Recuperação Energética de Resíduos (ABREN), a Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente (ABREMA) e a Associação Brasileira de Bioinovação (ABBI).

Tendo estes elementos em vista, é possível constatar que não foram mobilizadas instituições, movimentos sociais e pesquisadores que de alguma forma se contrapusessem ao modelo já consolidado, não sendo garantida a ampla participação da população para que pudessem contribuir para a construção do marco legal do hidrogênio verde. Os temas das audiências retrataram o caráter tecnicista do debate sobre a expansão desta indústria para o Brasil, o que resulta na formulação do marco legal com base em um debate orientado pelos interesses do setor privado, e pela adequação do poder público à lógica mercadológica que delimita os espaços de consulta pública.

É a partir destes debates que foram elaborados projetos de lei para regulamentar o hidrogênio verde. Dentre eles destaca-se o documento surgido na Câmara dos Deputados, o PL 2308/2023, de autoria do deputado Gilson Marques (Novo/SC) e contribuição da deputada Adriana Ventura (Novo/SP)⁷⁹ (Brasil, 2023e), o qual terá mais sucesso nas casas

⁷⁹ A proposição do PL 2308/2023 em 03/05/2023, contendo apenas 2 artigos, tinha como objetivo único a inclusão das definições de hidrogênio combustível e de hidrogênio verde na Política Energética Nacional (Lei nº 9.478/1997). Vale mencionar a definição do termo “hidrogênio verde” pelo deputado Gilson Marques pelo seu ineditismo, uma vez que altera o seu sentido ao expandir fontes de energia além da eólica e da solar, como foi consolidado internacionalmente. Assim, de acordo com o PL 2308/2023, o hidrogênio verde pode ser “obtido a partir de quaisquer processos ou rotas tecnológicas com uso de fontes renováveis de energia”, nomeando, além da eletrólise da água, os processos de “gaseificação de biomassa renovável, reforma de biogás

legislativas a partir das alterações dispostas no Parecer Preliminar de Plenário (PRLP n.1 PLEN), apresentado à mesa diretora um dia antes do projeto ser votado no plenário (Brasil, 2023a). A partir desta alteração, o PL do deputado Gilson Marques passa a ter o exato conteúdo do PL 5.751/2023, elaborado pela CEENERG (Brasil, 2023b), sendo preservado apenas o número do PL, movimento o qual não conseguimos identificar justificativas públicas ou evidências da motivação. Fato é que o PL 2308/2023 passou a tramitar na Câmara dos Deputados como o marco legal do hidrogênio de baixa emissão de carbono, estabelecendo a classificação por emissão de carbono como a taxonomia empregada pelo ordenamento jurídico brasileiro.

A intensa presença do hidrogênio no Congresso Nacional se insere no contexto da “agenda verde” pautada pelo então presidente da Câmara, Arthur Lira (PP-AL). O avanço da pauta ambiental no Congresso tem sido tema de debates entre pesquisadores e jornalistas, uma vez que essa seja uma agenda geralmente associada a setores progressistas, contrastando com a composição das casas legislativas pós-eleições de 2022. Embora Bolsonaro tenha sido derrotado por Lula em 2022, os resultados para os cargos do Congresso Nacional demonstram maior preponderância de setores vinculados a pautas reacionárias. Isso se torna evidente pelo fato do Partido Liberal (PL), partido o qual Bolsonaro se filiou para disputar sua reeleição, ter conquistado a maior bancada em ambas as casas. O conjunto de partidos alinhados à política de Bolsonaro formam maioria absoluta na Câmara (50,6%) e no Senado (55,5%), o que garante larga capacidade de influência das matérias postas em plenário e a garantia das aprovações de projetos de lei, contra os setores progressistas que compõem respectivamente 24% e 16% da composição das casas (Ramalho, 2022).

Essa guinada à direita também levou à reeleição de 65% dos deputados ligados à FPA na Câmara, levando ao aumento da presença do agronegócio e da bancada “BBB” (boi, bala e Bíblia) no Parlamento (Jorge et al, 2023). Conforme apontado por Botelho, o crescimento da bancada conservadora no Congresso Nacional das eleições de 2022 confirma-se como uma tendência histórica do parlamento (Sardi, 2022), o que leva mesmo o campo fisiológico comumente referido como “centrão”, menos ideológico e mais pragmático, a se inclinar cada vez mais ao conservadorismo (Sampaio, 2022). Ao mesmo tempo que esta composição parlamentar assume um novo mandato, o então presidente da Câmara, Arthur Lira, ele

ou de biometano, reforma de glicerina coproduto da fabricação de biodiesel, reforma de etanol, fotólise solar da água, entre outros processos dispostos em regulamento” (Brasil, 2023e).

próprio membro da FPA, anuncia a “agenda verde” como uma das maiores prioridades do segundo semestre de 2023 (Xavier, 2023).

Dentre as matérias que compõem a agenda verde do Congresso, estão a regulamentação do mercado de carbono, do Programa de Aceleração da Transição Energética (Paten), a certificação voluntária do lítio verde, assim como os marcos legais do hidrogênio verde e das eólicas offshore. O anúncio de prioridade se converteu em aprovação de regime de urgência em 28 de novembro de 2023 para quatro projetos da pauta verde, entre eles o do hidrogênio verde e o das eólicas offshore (Piovesan, 2023). De acordo com Azevedo (2023), essa aceleração da tramitação de leis ligadas à pauta ambiental se deu pela intenção de Lira apresentar este avanço na COP28, como demonstração do esforço do Congresso brasileiro pela transição energética.

A partir dos resultados da investigação de Lima (2024), parlamentares de distintos campos políticos alegaram que têm sido procurados por empresas estrangeiras prometendo realizar investimentos bilionários em seus Estados de origem, para viabilizar a implantação de usinas eólicas offshore para produzir hidrogênio verde. Assim, parlamentares que não costumam vincular-se a pautas ambientais acabam aderindo à agenda verde, com a expectativa de auferir ganhos eleitorais. Essa mudança no perfil de parlamentares que se empenham em temas voltados ao meio ambiente se dá pois, ainda segundo Lima (2024), as companhias internacionais, que têm acompanhado as discussões no Planalto, buscam parlamentares que possuam grande influência política, não necessariamente comprometidos com o debate ambiental. Tendo em vista que o apelo à pauta ambiental no Congresso guarde vínculos com possíveis oportunidades comerciais com grandes corporações estrangeiras, uma série de contradições emergem no fazer político do Parlamento. Se por um lado o tema da transição energética ganha espaço nos plenários das casas legislativas, uma série de políticas que contribuem com o colapso ambiental também se consolidam, haja vista o avanço das 28 propostas chamadas por ambientalistas como “pacote da destruição” (Barreira; Angelo, 2024).

Foi observando essa estratégia política que Camargo (2024) entende estar sendo disseminada a prática de “*greenwashing* parlamentar”, na medida em que a pauta ambiental está sendo instrumentalizada por congressistas fisiológicos para ganhos pessoais e de setores responsáveis pelo colapso ambiental – nomeadamente agronegócio, petróleo, gás natural e

carvão -, resultando na supressão de direitos sociais e ambientais em nome da descarbonização. É nessa conjuntura que a Câmara de Deputados aprova o PL 2.308/23 no dia 28 de novembro de 2023, instituindo o Marco Legal do Hidrogênio de Baixo Carbono, e aprova o PL 11.247/2018 um dia depois, no dia 29 de novembro de 2023, regulamentando o Marco Legal das Eólicas Offshore, sendo ambos encaminhados ao Senado devido às alterações durante a tramitação na Câmara. A seguir, analisaremos os principais elementos que marcaram o processo de tramitação das duas leis nas casas legislativas até a sanção presidencial, de forma a apresentar o cenário de correlação de forças no avanço do sistema hidrogênio verde-eólicas offshore e evidenciar as contradições que emergem da transição energética corporativa.

O PL 2.308/23, que dispõe sobre o Marco Legal do Hidrogênio de Baixo Carbono, foi aprovado no dia 28 de novembro de 2023 pela Câmara dos Deputados, sendo posteriormente aprovado pelo Senado e alcançado a sanção da Lei 14.984.2024 em 02 de agosto de 2024, com veto parcial.

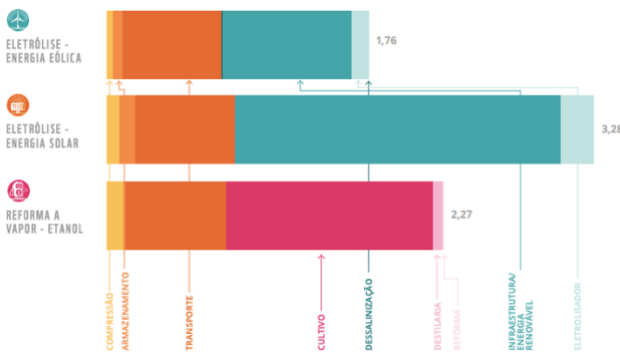
No texto aprovado pela Câmara, a classificação por cores não foi contemplada, tendo sido adotado, em nome da neutralidade tecnológica, apenas os conceitos de hidrogênio de baixa emissão de carbono e hidrogênio renovável. O hidrogênio de baixa emissão de carbono foi definido como aquele “coletado ou obtido a partir de fontes diversas de processo de produção, e que possua emissão de GEE, conforme análise do ciclo de vida, com valor inicial menor ou igual a 4 kgCO₂eq/kgH₂” (Brasil, 2023h, pp. 6-7). Já o hidrogênio renovável foi classificado como aquele “coletado ou obtido a partir de fontes renováveis, incluindo solar, eólica, hidráulica, biomassa, biogás, biometano, gases de aterro, geotérmica, das marés e oceânica” (Brasil, 2023h, p. 7).

O Congresso Nacional adota o termo “hidrogênio de baixa emissão de carbono” (H2BEC) como referência à indústria de hidrogênio no Brasil para fins de descarbonização, sendo o empregado como único critério a quantidade de emissões de gases do efeito estufa. A definição da classificação conforme índice de emissões tem como consequência a criação de um dispositivo de disputa entre distintas rotas tecnológicas por ser contemplado ou não por este marco legal, que foi justamente o que se sucedeu no trâmite do PL. No texto aprovado pela Câmara, seria contemplado o hidrogênio que emitisse até 4 kg de hidrogênio em emissões ao longo do ciclo de vida em seu processo produtivo, o que ultrapassa

ligeiramente a meta europeia de 3,38 kgCO₂eq/kgH₂, ou 70% de redução de emissões em relação aos fósseis (EP, 2023).

Foi na sua tramitação no Senado que este dispositivo foi utilizado em benefício da promoção de fontes de energia mais poluentes. O senador Fernando Farias (MDB/AL) propôs a emenda 45, a qual alteraria o limite de emissões para 7 kgCO₂eq/kgH₂, quase o dobro o índice de emissões de gases do efeito estufa, ficando mais próximo da intensidade de carbono do hidrogênio cinza, que emite 10 kgCO₂/KgH₂. A justificativa utilizada foi no intuito de contemplar a produção de hidrogênio via etanol, esta que, de acordo com o senador, excederia os 4 kg anteriormente estipulados (Brasil, 2024). Isso se contrapõe à análise realizada pela ONG World Wildlife Fund (WWF), a qual apresenta a reforma a vapor do etanol como a rota tecnológica de menor emissão de carbono (2,27 kgCO₂eq/kgH₂), seguido pela eletrólise da energia eólica e pela eletrólise da energia solar, todas elas inferiores aos 4 kgCO₂eq/kgH₂ estipulados no primeiro texto, como se pode ver no Gráfico 20.

Gráfico 20 – Emissão de gás carbônico por rota tecnológica (kgCO₂eq/kgH₂)



Fonte: WWF Brasil (2023)

A emenda 45 foi proposta dois minutos antes de encerrar o prazo permitido para alterações no conteúdo da lei, no dia 03 de julho de 2024. A esta altura, já não era mais permitido apresentar emendas de mérito, sendo permitidas apenas emendas de redação, classificação esta que foi atribuída à emenda do deputado Fernando Farias. A apresentação da emenda gerou desconfiança entre parlamentares e analistas, uma vez que divergia do padrão das emendas, ao ter sido apresentada assinada à próprio punho e sem o acompanhamento de um relatório que disponha sobre o mérito da alteração.

a emenda 45 é recebida pelo relator Otto Alencar dois minutos antes de encerrar a sessão, este que, após alguns instantes, declara o acolhimento da emenda, e então encerra a votação em caráter simbólico, sem registro dos votos de cada deputado (Gabriel, 2024). Em entrevista ao Valor Econômico, Alencar afirma: “só fiz a alteração após ter a anuência do MME” (apud Lindner; Tonet, 2024, s/p). A Coalizão Energia Limpa e o Observatório do Clima (2024a), em seu posicionamento frente à aprovação do PL 2.308/2023 no Senado, alegam que o aumento no limite de emissões beneficia o setor do gás natural e outros combustíveis fósseis. Como resultado, a produção de hidrogênio por fontes fósseis passa a ser considerada de baixo carbono, tendo este setor acesso aos benefícios previstos na Lei.

O senador Cid Gomes tentou apresentar emendas que retomassem os fundamentos da legislação europeia, haja vista que a especificação da produção do hidrogênio por eletrólise de eletricidade renovável, a observação do critério de adicionalidade e a isenção de encargos para produtores de hidrogênio verde beneficia o seu estado de origem, o Ceará. Esta reivindicação do senador cearense foi expressa na emenda 24, na qual propõe a isenção de encargos para produtores de hidrogênio verde (Brasil, 2024b), na emenda 25, que versa sobre a adição dos conceitos de hidrogênio verde e de adicionalidade ao PL (Brasil, 2024c), e na emenda 26, que visava a facilitar a solicitação da licença prévia por empreendimentos de eólicas offshore desde que 70% dessa energia fosse destinada à produção de hidrogênio verde (Brasil, 2024d).

Em sua última tentativa de diferenciar o hidrogênio verde de fontes que emitam mais carbono, Cid Gomes apresenta a definição do hidrogênio verde como exclusivamente gerado pela eletrólise por fontes eólica e solar, bem como sendo respeitada a adicionalidade. Embora o uso da classificação por cores já houvesse sido superado no debate da CEENERG, o critério de adicionalidade ainda estava contemplado no relatório preliminar apresentado pelo relator do CEENERG, deputado Bacelar, no dia 10 de outubro de 2023 (Brasil, 2024e). Neste relatório, a adicionalidade era atribuída ao hidrogênio de baixo carbono, uma vez que o hidrogênio verde já tivesse sido retirado do texto preliminar. No entanto, no texto apresentado no dia da votação no plenário da Câmara dos Deputados, o critério havia sido suprimido, o que gerou embates entre Cid e o senador Jaques Wagner, líder do governo Lula, já que o cearense teria alegado que o acordo que havia estabelecido com o governo não havia sido cumprido (Barreto, 2024).

O fracasso do projeto que beneficia a expansão de renováveis para a produção de hidrogênio foi consolidada pela rejeição de todas as emendas do senador Cid Gomes, montando a derrota do setor ligado ao hidrogênio verde e às renováveis, em relação aos interesses dos lobbies do gás, das hidrelétricas e do agronegócio. Apesar do texto na Câmara ter sido aprovado sem o termo “hidrogênio verde”, e da rejeição das emendas de Cid no Senado, o texto final contou com a sua inserção, por conta da aprovação da emenda 32, proposta pelo senador Eduardo Braga (MDB-AM), o qual diferenciou o hidrogênio produzido exclusivamente por geração de energia eólica e solar. Embora o senador Ciro Nogueira (PP-PI) tenha tentado alterar a redação para que o termo se diluísse para as demais fontes renováveis, o relator Otto Alencar manteve o conceito consolidado nos debates das comissões (Wanzeller, 2024).

Os setores que de fato se beneficiaram com as alterações na classificação taxonômica foi o agronegócio, ao conseguir a inserção do etanol na categoria de hidrogênio renovável, e as hidrelétricas, que foram abarcadas no conceito de hidrogênio verde. Nesse sentido, esta foi uma vitória parcial do setor das eólicas e solar, pois ao menos conseguiu constar na lei a terminologia específica para esta rota tecnológica, embora o sentido original tenha sido diluído no conceito de hidrogênio renovável.

Já a exclusão da adicionalidade foi de fato implementada, não estando contemplada na Lei 14.948/2024. Esta decisão foi sustentada pelo relator ao declarar não ver necessidade de aplicar este critério, visto que o Brasil já possui uma matriz energética renovável ampla o suficiente para suprir a demanda do país, e essa ampla expansão das renováveis poderia comprometer o consumidor de energia (Costa, 2024). Somado a isso, o senador Jaques Wagner teria alegado que os congressistas cearenses “estavam trabalhando para conseguir uma condição especialíssima para a produção de hidrogênio verde no Ceará” (Salgado, 2024a). A rejeição do critério da adicionalidade gerou preocupação a governantes nordestinos, o que levou o Consórcio Nordeste a procurar o MME para tentar rediscutir esse ponto (Ruddy, 2024).

A derrota no Parlamento tem gerado insegurança quanto ao planejamento econômico de governos nordestinos, que apostaram no sistema hidrogênio verde-eólicas offshore conforme proposto pelos europeus. Essa reação é contrastante à resposta de Ansgar Pinkowski, responsável na AHK Rio para os projetos de hidrogênio verde e co-fundador da

Aliança-Brasil Alemanha de Hidrogênio Verde Brasil, que expressa apoio à ampliação das rotas tecnológicas consagrada no Marco Legal do Hidrogênio, ao declarar que “o grande desafio do H2V é o transporte. Com a biomassa, os grandes centros industriais não ficam reféns do H2V produzido só no Nordeste” (Salgado, 2024b).

Os demais dispositivos implementados pelo Marco Legal do Hidrogênio de Baixa Emissão de Carbono foi em relação à certificação, o qual estabeleceu o Sistema Brasileiro de Certificação de Hidrogênio (SBCH), e em relação ao financiamento, tendo instituído dois mecanismos devem funcionar de forma articulada: o Regime Especial de Incentivos para a Produção de Hidrogênio de Baixa Emissão de Carbono (Rehidro) e o Programa de Desenvolvimento do Hidrogênio de Baixa Emissão de Carbono (PHBC) (Brasil, 2024f).

O SBCH será o mecanismo brasileiro que calculará a quantidade de gases de efeito estufa emitidos na produção de hidrogênio no território nacional, sendo mencionada a observância à esfera ambiental para que não haja dupla contagem de emissões. Para tal, foi estabelecido um Padrão Brasileiro para Certificação do Hidrogênio (PBCH2), o qual ainda será estabelecido em regulamento⁸⁰, o qual é aguardado pelo mercado de certificadoras que emitirá os títulos no país. O fato do sistema de certificação ter sido definido em caráter de adesão voluntária pelos produtores, sobretudo diante da ampliação do índice de emissões pelo Congresso, tem gerado preocupação. Em seu posicionamento crítico à matéria, a Coalizão Energia Lima e o Observatório do Clima (2024) questionaram o caráter voluntário, uma vez que abre brechas para que seja utilizado recursos públicos para subsidiar a produção de hidrogênio por meio de combustíveis fósseis, em um mecanismo que deveria garantir que o nível de emissões seja o mais reduzido possível.

Os mecanismos de financiamento dispostos pelo Marco Legal do Hidrogênio buscam incentivar a indústria nacional ao combinar benefícios fiscais e fornecimento de crédito. O Rehidro é o instrumento a ser utilizado pelas empresas beneficiadas para que sejam isentas do pagamento de tributos como o Programa de Integração Social e o Programa de Formação do Patrimônio do Servidor Público (PIS/Pasep) e a Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social (Cofins). Esses benefícios se dedicam a subsidiar os processos da cadeia

⁸⁰ O regulamento deverá especificar quais tipos de emissões de gases do efeito estufa deverão ser considerados; quais etapas do processo produtivo deverão ser abrangidas pelo sistema de certificação (fronteira de certificação); os critérios para suspensão ou cancelamento dos certificados; informação sobre emissão negativa, se houver (a exemplo de CCUS); e instrumentos de flexibilidade que poderão ser adotados em casos de perda temporária de especificação do hidrogênio.

de produção do hidrogênio, incluindo a compra ou importação de máquinas, instrumentos e materiais de construção, ou até mesmo bens alugados (Verdélío, 2024). Além disso, as empresas contempladas pelo Rehidro poderão emitir debêntures incentivadas, o que as torna mais atrativas para os investidores (Agência Senado, 2024b).

Para terem acesso às isenções fiscais do Rehidro, as empresas deverão ser certificadas, além de deverem usar uma quantidade mínima de produtos e serviços brasileiros, de investimento em PD&I e aplicar percentual mínimo em projetos nacionais relacionados à transição energética. Conforme avaliado por Chiappini (2024j), estes incentivos poderiam ser utilizados para beneficiar o Brasil frente às medidas adotadas pelos EUA e pela UE nas quais buscam se proteger do monopólio chinês do mercado de eletrolisadores, estratégia que ressoa em setores do mercado (Damasceno, 2024) e mesmo já tendo sido expressado pelo ministro Alexandre Silveira (Machado, 2023).

Na versão do projeto aprovada pela CEHV no Senado, a previsão de duração dos incentivos era de quatro anos, tendo sido estabelecido um teto anual progressivo que somava R\$ 13 bilhões. No entanto, o processo de tramitação nas casas legislativas levou à expansão do tempo e do valor, sendo prevista na lei a concessão de benefícios por cinco anos, a partir de 1º de janeiro, tendo o limite de crédito total sido elevado para um total de R\$ 18 bilhões, os quais devem ser previstos na Lei Orçamentária Anual (LOA). Embora o setor estivesse reivindicando um subsídio de R\$ 80 bilhões por 20 anos, segundo a diretora executiva da ABIHV, Fernanda Delgado, o setor entende que as condições previstas na lei irão propiciar as bases para a implementação desta indústria no país (apud Belfort, 2024).

O outro mecanismo de financiamento da indústria de hidrogênio é o PHBC, que visa a conceder créditos fiscais aos investidores da cadeia produtiva do hidrogênio por meio da combinação de uma série de fontes de recursos, como doações, empréstimos ou previsões do orçamento da União⁸¹. O PHBC prevê a concessão de créditos fiscais para empresas que tenham sido beneficiárias do Rehidro ou que tenham adquirido hidrogênio produzido por empresas contempladas por ele, as quais deverão passar por um processo concorrencial.

Os créditos concedidos somam um montante de R\$ 18,3 bilhões, a serem distribuídos entre 2028 e 2032, estes que devem constar na LOA. De acordo com a Lei de setembro de

⁸¹ Para que o Executivo pudesse definir quanto de crédito poderia ser concedido, em conformidade com as metas fiscais, o PHBC foi retirado da lei aprovada em agosto de 2024 pelo veto parcial do presidente Lula, tendo sido posteriormente incorporado no Marco Legal do Hidrogênio na aprovação da Lei 4.990/2024.

2024, o valor do crédito será calculado com base na diferença entre o preço do hidrogênio de baixa emissão de carbono e os combustíveis fósseis que ele substituirá, medida que o governo federal buscou implementar para aliviar as críticas feitas ao aumento acentuado dos limites de emissões de carbono (Chiappini, 2024k).

Além do benefício que busca premiar os projetos que emitam menos carbono, o texto também oferece um outro tipo de crédito fiscal que será dado a partir da Contribuição Social sobre o Lucro Líquido (CSLL). Para concorrer a estes incentivos fiscais, os produtores deverão se submeter a uma disputa, que levará em conta a contribuição do projeto ao desenvolvimento regional, à mitigação e adaptação às mudanças climáticas, e ao desenvolvimento e difusão de novas tecnologias para a indústria nacional (Agência Senado, 2024b).

O Marco Legal do Hidrogênio de Baixo Carbono foi a primeira lei da agenda verde a ser sancionada, tendo Lula promulgado a Lei 14.984/2024, em uma cerimônia no Porto de Pecém, em 02 de agosto de 2024, que reuniu governantes nordestinos e investidores do setor (Presidência da República, 2024). Já o Marco Legal das Eólicas Offshore foi menos célere em sua tramitação, tendo sido publicado no Diário Oficial da União (DOU) em 10 de janeiro de 2025, disposto na Lei 15.097/2025 (Brasil, 2025).

O processo de tramitação da regulamentação das eólicas em alto-mar contou com vários dispositivos que geraram intensa repercussão, sendo a implementação de proposta de legislativas alheias ao tema central da lei, ou “jabutis”, a tática preponderante desta disputa. Dentre os 8 jabutis implantados, o que gerou maior controvérsia foi o disposto no artigo 23 do PL 11.247/2018, no mesmo dia da votação em plenário do texto na Câmara dos Deputados. Se até o dia anterior à votação o último documento apresentado à mesa diretora havia sido o Parecer Preliminar de Plenário nº2 (Brasil, 2023i), no dia da discussão na Câmara dos Deputados o relator da matéria, o deputado Zé Vitor (PL-MG), incluiu o Parecer Preliminar de Plenário nº 3 (Brasil, 2023j), no qual haviam sido inseridos os parágrafos 4 e 5 no artigo 23, sem que houvesse tempo hábil para a elaboração de propostas que os contrapusessem.

A tática não é menos alarmante que o conteúdo: um projeto de lei que versa sobre a expansão de uma energia renovável passa a prever benefícios à indústria do carvão. Os acréscimos determinavam: i) a prorrogação do prazo de contratos de operação de

termelétricas a carvão mineral, que iriam vencer em 2028, para serem estendidos até 2050, e ii) a inflexibilidade contratual de 70%, ou seja, estas usinas de carvão não poderiam ser desligadas em 70% do tempo de operação, mesmo que não sejam necessárias do ponto de vista do sistema elétrico. Conforme apurado por Landim (2024), esta emenda foi encomendada pelos irmãos Wesley e Joesley Batista, tendo em vista que uma das usinas que está desativada e que seria beneficiada pela renovação do contrato é Candiota III, no Rio Grande do Sul, que foi recentemente adquirida pela Âmbar, subsidiária da J&F Investimentos, de propriedade da família Batista. Além da usina de Candiota, a usina paranaense Figueira, controlada pela Copel, também seria beneficiada pela emenda (Redação JM, 2024).

Esta emenda se junta a outro jabuti do texto do relator, este que propunha benefícios à indústria do gás natural. O artigo 22 do PL renovou o prazo expirado na Lei de privatização da Eletrobrás, prevendo a contratação compulsória de 4.250 MW de usinas térmicas a gás, até 2031, pelo governo em estados onde não há oferta de gás, mas já existe sobra de produção de energia⁸² (Landim, 2024). Como resultado, o custo do transporte do gás, que passa a ser suprimido do valor apresentado nos leilões de térmicas para serem contratados por meio de chamadas públicas, são transferidos para o consumidor, uma vez que terão que ser construídos gasodutos para levar o gás, bem como linhas de transmissão para trazer a energia de volta (Gaspar, 2023; Gribel, 2024). De acordo com a Frente Nacional dos Consumidores de Energia (2023), a medida poderia levar ao encarecimento da conta de luz em mais de R\$ 28 bilhões por ano, onerando os consumidores finais e afetando diretamente o setor industrial. Ainda conforme Landim (2024), esse trecho do projeto de lei foi emplacado pelo empresário Carlos Suarez, dono da Termogás e conhecido como “rei do gás”. Ao ter sido estimado um custo adicional de R\$ 155 bilhões até 2050, foi o jabuti mais caro do PL.

Os efeitos destes dois jabutis dos lobbies do carvão e do gás no Congresso foram estimados em 274,4 milhões de toneladas de gás carbônico emitidas ao longo das próximas duas décadas e meia, um valor que compensaria a diminuição do desmatamento na Amazônia entre 2022 e 2023 (Coalizão; OC, 2024b). Todas as dez usinas de fontes fósseis que mais emitiram gases do efeito estufa no Brasil em 2022 são movidas à base de carvão

⁸² O artigo prevê a contratação de 3.250 MW em regiões sem suprimento de gás natural (1.250 MW no Nordeste e 1.000 MW no Centro Oeste), além de 1.000 MW no Norte e 1.000 MW no Sudeste.

ou de gás natural. Dentre elas, a maior emissora (12,1% do total) é justamente a termelétrica a carvão Candiota III, a mesma recém assumida pelos irmãos Batista (Iema, 2023). Nesse sentido, o Plano da Operação Energética 2024 do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), recomenda que não sejam incluídas no sistema novas usinas térmicas inflexíveis, avaliando que a expansão de termelétricas não será necessária pelos próximos cinco anos (ONS, 2024).

É bastante notável a resiliência das medidas favoráveis às indústrias de carvão e gás em ambas casas legislativas, tendo em vista que os jabutis foram aprovados tanto na Câmara dos Deputados, em novembro de 2023, quanto no Senado, em dezembro de 2024. Somam-se diversos apelos para a supressão destes trechos, como a emenda de plenário do deputado Guilherme Boulos (PSOL-SP) (Brasil, 2023k) e os ofícios da Fiep, da Fiemg, da Frente Nacional dos Consumidores de Energia Elétrica e da Liderança do PSOL enviados ao presidente do Senado quando a matéria chegou nesta casa legislativa. Além disso, houve manifestação na sociedade, a qual os setores mais distintos foram mobilizados para apontar críticas aos jabutis, que abordavam desde o viés socioambiental (Carta, 2023; Coalizão; OC, 2024c) até apelos de ordem econômica (Frente, 2024; Idec, 2024; Carta, 2025).

Mesmo com a forte pressão externa, o governo teve dificuldade em se posicionar frente aos jabutis, variando entre tecer críticas abertamente e apresentar indisposição para negociar as emendas (Caixeta, 2024b). Tendo em vista que o governo Lula III dá amplo apoio à expansão da indústria fóssil, como demonstra seu posicionamento no emblemático caso da exploração de petróleo na Foz do Amazonas, é presumível que as dificuldades residem no campo político. Essa fragilidade política do governo federal faz com que a decisão dos vetos esteja muito suscetível às mudanças nas condições de governabilidade da situação, haja vista que senadores e deputados ainda podem derrubar a decisão (Fonseca, 2025).

Diante desse cenário, é possível constatar que os jabutis não só se tratam de temas estranhos à matéria e não relacionados ao debate da construção da lei, mas contradizem frontalmente os objetivos de descarbonizar a indústria brasileira e combater as mudanças climáticas. A fragilidade da transição energética corporativa fica então evidente em argumentos como o exposto pelo relator no seu último parecer, no qual afirma que “as termelétricas a carvão mineral têm um papel relevante a desempenhar em termos de

segurança do abastecimento de energia elétrica durante o período de transição energética” (Brasil, 2023j, p. 46).

Isso ficou evidente na movimentação do lobby da indústria do carvão no Senado. O senador Ireneu Orth (PP-RS), que assumiu a suplência do senador Luis Carlos Heinze (PP-RS) durante sua licença, logo assumiu a incumbência de acelerar o processo e compilar assinaturas para o requerimento de urgência para votação do PL 576/2021⁸³ antes do recesso de 2024, como forma de se impor à resistência ao projeto (Gaudarde, 2024). O lobby da indústria fóssil se mostrou bastante sólido também no Senado, sendo notável a mobilização do senador Esperidião Amin, o qual se posiciona frente às críticas às termelétricas afirmando que “estamos vivendo o momento em que a demonização de formas de obter energia ignora as inovações tecnológicas” (apud Agência Senado, 2024c, s/d). Um dos movimentos do parlamentar catarinense foi solicitar a inclusão de representações de associações patronais da indústria carvoeira – nomeadamente Abraget e ABCS – e prefeitos de municípios dependentes do carvão, como Candiota, na audiência pública realizada pela Comissão de Infraestrutura para debater o tema (Agência Senado, 2024c; Redação JM, 2024).

A participação dos representantes dos interesses do carvão na discussão no Senado levanta um outro aspecto fundamental deste debate, que é em relação aos trabalhadores de indústrias fósseis, haja vista que parte significativa das defesas da expansão das termelétricas se deu pela justificativa da manutenção de empregos. Embora este discurso seja recorrentemente empregado por congressistas ou empresários para angariar respaldo popular em seus negócios, este de fato é um problema real da classe trabalhadora, sobretudo no Sul do país, e que está na agenda de debates da transição energética justa. A manifestação realizada por cerca de 500 trabalhadores da usina de Candiota III em reação ao veto de Lula aos jabutis (Paz, 2025) e a articulação do Sindicato dos Mineiros de Candiota para a aprovação do PL 576/2021 sem vetos (Klein, 2025) sinaliza a importância dos impactos trabalhistas na elaboração da política de transição energética, não tendo sido realizado um debate popular sobre este mérito ao longo da tramitação do PL no Congresso Nacional.

A instrumentalização do debate sindical a respeito da manutenção da atividade carvoeira no Senado foi também incorporada ao contexto das enchentes sem precedentes que assolaram o Rio Grande do Sul no primeiro semestre de 2024, mesmo período de tramitação

⁸³ No retorno da matéria ao Senado, o presidente Rodrigo Pacheco decidiu usar como base o texto de Prates, embora tenha conservado o texto aprovado na Câmara dos Deputados.

do PL na casa legislativa. O debate sobre a transição energética no Brasil assume mais uma camada de contradição nesse contexto, tendo em vista que a manutenção da indústria que mais emite gases do efeito estufa – e portanto uma das principais responsáveis pelas mudanças climáticas – tenha tido sua defesa reafirmada frente à catástrofe climática que assolou o povo gaúcho. O espaço que essa defesa teve no debate público demonstra o vácuo de um projeto estrutural, de uma estratégia a longo prazo para o enfrentamento ao colapso ambiental, na medida em que a condição emergencial da enchente no sul do país fortaleça argumentos pró-carvão. Isso ficou evidente em falas que colocam a indústria minerária como uma das soluções para a reconstrução do Rio Grande do Sul pós-enchentes, como o apresentado pelo presidente da ABCS (Salgado, 2024c) e pelo consultor da Abraget (Agência Senado, 2024c).

Esse discurso tem levado o governo do Rio Grande do Sul a discutir o reinvestimento no carvão, dando espaço para o lobby da mesma indústria que foi corresponsável pela tragédia climática e que provocou um prejuízo de mais de R\$ 200 bilhões disputar por subsídios do poder público⁸⁴, conforme afirma Juliano Bueno de Araújo, diretor do Arayara, do Observatório do Carvão Mineral (OCM) e da Coalizão Não Fracking Brasil (Coesus). Mais um dos fatores que coloca a indústria termelétrica em contradição no que se refere ao seu papel na transição energética é o fato de ser uma grande consumidora de água, o que a coloca como uma competidora por água potável em momentos de crise hídrica, como foi o período de enchentes no Rio Grande do Sul (Oliveira, 2024c). Além disso, Araújo afirma que, contrariando os argumentos de que as termelétricas seriam menos onerosas, “a eliminação deste subsídio pode nos trazer até 16% de redução da conta de luz e garantir a descarbonização do Rio Grande do Sul” (apud Marcelino, 2024b, s/d), haja vista que seu alto índice de emissões e de subsídios represente em média apenas 2% do abastecimento elétrico nacional (Neddermeyer, 2024).

Embora o debate sobre o papel das termelétricas na transição energética seja relevante para a formulação programática, e apesar de Lula ter vetado os jabutis que inserem benefícios às indústrias fósseis, a grande repercussão dos movimentos do lobby do gás e do

⁸⁴ Diante do aparelhamento das políticas públicas para enfrentamento das enchentes gaúchas, o instituto Arayara entrou com uma Ação Civil Pública contra o estado do Rio Grande do Sul para impedir a reconstrução do parque termelétrico de Candiota, pedindo a instauração de um comitê participativo para a elaboração de um plano de transição energética justa, que elabore medidas para o descomissionamento do setor termoelétrico movido a combustíveis fósseis (Marcelino, 2024b).

carvão acabaram por ofuscar o debate próprio sobre o mérito das usinas eólicas offshore. Nesse sentido, as críticas ao avanço da indústria eólica no litoral brasileiro, sobretudo em relação a aspectos ambientais, sociais e culturais, não tomaram as manchetes das reportagens que apuraram a tramitação do PL no Congresso. Além disso, a correlação de forças dentro do Parlamento sufocou alterações no texto que dialogavam com trechos mencionados no próprio PL⁸⁵, ao mesmo tempo que confluíssem com críticas de pesquisadores, ambientalistas e comunidades pesqueiras em relação ao avanço dos empreendimentos eólicos no oceano, sendo notável a rejeição de três emendas propostas pelo deputado Guilherme Boulos.

Uma das emendas do deputado solicitava a inclusão de dois princípios da geração de energia eólica: i) a responsabilidade quanto aos impactos e às externalidades, sujeita à Política Nacional do Meio Ambiente, e ii) o combate à pobreza energética⁸⁶, que poderia ser um dispositivo para disputar a igualdade na distribuição da eletricidade gerada pelas usinas (Brasil, 2023l). Outra emenda de Boulos que sofreu rejeição foi a proposta de supressão da delimitação dos prismas marinhos de acordo os interesses dos investidores (oferta permanente), sendo solicitada a previsão em lei apenas de oferta planejada, na qual a delimitação das áreas a serem exploradas sejam feitas pela União, o que argumenta ser mais apropriado nesse momento de pouca maturidade da indústria nacional (Brasil, 2023m).

Por fim, é notável a emenda de plenário de Boulos que propõe vedar a inserção de projetos eólicos nas seguintes áreas: i) territórios utilizados por comunidades tradicionais, indígenas e ou quilombolas, que sendo direta ou indiretamente impactadas pelos projetos, tenham se posicionado contrariamente aos mesmos através da aplicação da Convenção 169 da OIT; ii) áreas Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição dos Benefícios da Biodiversidade; iii) áreas de Ocorrência de Espécies Ameaçadas de Extinção que constam nas listas oficiais, e iv) áreas que são rotas de espécies de aves migratórias em zonas marítima, fluvial, lacustre ou aérea (Brasil, 2023n). Esta foi a única emenda do plenário que trouxe uma das reivindicações mais predominantes entre as comunidades

⁸⁵ Notadamente o inciso VI presente no art. 4º, que dispõe sobre “a harmonização entre o conhecimento, a mentalidade, a rotina, os modos de vida e uso tradicionais e as práticas marítimas com o respeito às atividades que tenham o mar e o solo marinho como meio ou objeto de afetação, bem como demais corpos hídricos sob domínio da União” (Brasil, 2025).

⁸⁶ A justificação da emenda utiliza o conceito de pobreza energética como “falta de acesso a serviços de energia adequados, incluindo eletricidade, gás e outros combustíveis para aquecimento e cozimento”, amparando-se no entendimento da Cepal (Brasil, 2023l).

afetadas, que é a participação social nos termos da Convenção 169 da OIT, conforme apresentado na justificativa da emenda rejeitada:

Segundo a Convenção 169 da OIT, no caso de retirada de recursos naturais que estejam no território dessas comunidades (art. 15), possibilidade de remoção desses habitantes (art. 16), alienação de terras ou transmissão de direitos fora da comunidade (art.17), ou mesmo quando forem elaborados programas relacionados a essa comunidade (art.22), deve haver a consulta prévia, livre e informada, assegurando o direito à consulta em medidas que possam afetar estas populações (Brasil, 2023n, p. 2).

Com a rejeição destas emendas, foi desconsiderado o debate acumulado no único espaço de participação institucional das comunidades tradicionais e movimentos sociais contrários ao tema, que foi a Audiência Pública na Comissão de Direitos Humanos, Minorias e Igualdade Racial da Câmara dos Deputados, bem como não foram apreciadas as reivindicações das 110 organizações que assinaram a Carta das Comunidades Tradicionais, Movimentos Sociais e Sociedade Civil à Câmara Federal (Carta, 2023).

A única salvaguarda que foi contemplada no parágrafo 7º, art. 6º, que define que “a outorga dos prisms pela União deverá observar as diretrizes de Planejamento Espacial Marinho (PEM) ou instrumento equivalente” (Brasil, 2025). Desta forma, está garantido em lei que o PEM deve ser observado desde o início do processo de outorga, substituindo a proposta anterior de considerá-lo apenas no processo de licenciamento ambiental, o que deixaria de impedir que projetos conflitantes com outras atividades sejam vetados. A inclusão do PEM foi uma vitória do campo progressista sobre as associações patronais do setor eólico, nomeadamente a Abeeólica, a qual solicitou a retirada do dispositivo do PEM na Comissão Especial. A presidente da associação, Elbia Gannoum, argumenta que essa questão deve ser tratada do ponto de vista infralegal, depois da aprovação do marco legal no Congresso (Ruddy, 2024). Em nota conjunta da Abeeólica e GWEC ao portal Repórter Brasil, as entidades argumentaram que o processo de cessão de área poderia ocorrer em paralelo ao desenvolvimento do PEM, demonstrando entenderem o dispositivo mais como uma burocracia estatal do que a garantia de direitos, na medida em que expressa que “o PEM não é um instrumento de autorização ou licença de projetos, é um instrumento para ser utilizado em desenho de políticas, planos e programas” (apud Freitas, 2024, s/d).

Apesar da inclusão do PEM no Marco Legal das Eólicas Offshore ter sido um avanço da luta socioambiental, ainda há questões a serem abordadas a esse respeito. O primeiro fator é tempo, haja vista que os processos de PEM no Brasil são extremamente recentes, a exemplo dos projetos-piloto de implantação de PEM nas regiões sul, sudeste e norte, pelo BNDES, e na região nordeste, pela Funbio (Cirm, s/d). No entanto, apesar da Marinha Brasileira prever a conclusão do PEM no Brasil para 2030 (Cirm, s/d), se tratam de processos que levam tempo até de fato começarem, o que abre uma brecha no período em que o PEM ainda não estiver disponível para projetos eólicos offshore serem instalados sem observar o território das demais atividades no ambiente marinho.

Embora o PEM seja um instrumento importante, ele não tem a obrigação de considerar a soberania territorial das comunidades tradicionais, sendo, portanto, insuficiente para garantir a regularização de territórios marinhos. Conforme aponta Letícia Camargo, secretária executiva do Painel Brasileiro para o Futuro do Oceano (PainelMar), a soberania territorial dos povos do mar no Brasil será garantida, caso não esteja localizada em área de conservação, quando houver a demarcação de seu território tradicional, haja vista as conquistas de regularização fundiária de outros povos tradicionais (Oliveira, 2024d). Atualmente existe um projeto de lei na Câmara dos Deputados que dispõe sobre o tema, que é o PL 131/2020, assinado pelo deputado Leonardo Monteiro (PT-MG) (Brasil, 2020). Este PL foi baseado na Sugestão de Projeto de Lei enviado pelo Conselho Pastoral dos Pescadores (CPP) para a Comissão de Legislação Participativa da Câmara dos Deputados, esta que foi inicialmente proposto na Conferência Nacional da Pesca Artesanal, em Brasília, de 28 a 30 de setembro de 2009 e aprovada em consenso em votação plenária do movimento (Brasil, 2019). No entanto, o projeto se encontra parado na Câmara dos Deputados desde fevereiro de 2020, sem indícios de avanço até o momento de escrita deste trabalho.

Enquanto as comunidades tradicionais da pesca não possuem dispositivos legais para proteger sua relação com os territórios marinhos, são utilizados alguns mecanismos de registro de sua presença nesses espaços, dentre eles a cartografia social, instrumento que vem sendo empregado por pesquisadoras e pesquisadores do Observatório da Energia Eólica da Universidade Federal do Ceará (Silva, 2024) e pela Secretaria de Meio Ambiente do Ceará (Semace, 2023). Outro instrumento que vem sendo desenvolvido é a criação de plataformas digitais de mapeamento e monitoramento, a exemplo do “Monitor Oceano”,

criada pelo Instituto Arayara para monitorar o litoral do Brasil, alertar sobre perigos da exploração de petróleo em alto-mar, e servir de contribuição para o PEM (Oliveira, 2024d). Por fim, o Termo de Autorização de Uso Sustentável (TAUS), de incumbência da SPU, é um instrumento específico que autoriza a ocupação em áreas da União por comunidades tradicionais, conforme disposto na Lei 9.636, de 15 de maio de 1998:

A autorização a que se refere o caput deste artigo visa a possibilitar a ordenação do uso racional e sustentável dos recursos naturais disponíveis na orla marítima e fluvial, destinados à subsistência da população tradicional, de maneira a possibilitar o início do processo de regularização fundiária que culminará na concessão de título definitivo, quando cabível (Brasil, 1998).

Esse instrumento pode ser utilizado no avanço da indústria eólica offshore no litoral brasileiro, uma vez que o Marco das Eólicas Offshore preveja a vedação da constituição de prismas em áreas coincidentes com áreas designadas como TAUS no mar territorial, conforme disposto no art. 6 parágrafo 1º inciso VI da Lei 15.097/2025. Apesar das comunidades encontrarem nas frestas da institucionalidade, no âmago da solidariedade e no rizoma da resistência popular caminhos para preservarem as relações ecológicas em seus territórios, este estudo expõe a lacuna dos direitos de soberania territorial dos povos do mar no Brasil.

5 CONCLUSÃO

Este trabalho buscou investigar como o avanço do sistema hidrogênio verde-eólicas offshore no Brasil expõe as contradições subjacentes à transição energética tal qual proposta atualmente pelo capital internacional.

Para tal, iniciamos a dissertação mobilizando a literatura especializada referente ao debate contemporâneo da transição energética, a partir da qual foi possível contextualizar o avanço dessa discussão, bem como identificar algumas das principais contradições acerca do projeto hegemônico da transição energética. Assim, conforme discorrido na seção 2.1, temos como primeiro resultado a conclusão de que o projeto de transição energética hegemônico se apresenta como uma nova via à disposição do capital internacional para se recuperar de sua crise endógena. A partir da década de 1970, as condições globais de acumulação alcançam um estágio de crise pela sobreacumulação de capital, como resultado da luta de classes travada durante o período fordista. Esta crise endógena do capital marca uma virada ideológica em direção ao neoliberalismo e uma reestruturação das relações de produção globais, de forma a atender a necessidade de concentração de capital.

Para que os capitais excedentes pudessem ser exportados para outros territórios e esferas da vida social e, assim, tornarem-se ativos financeiros, a dinâmica imperialista global ganha um novo fôlego no final do século XX, sobretudo com os choques do petróleo nos anos 1970. Assim, para contemplar o imperativo de expansão concernente a este patamar de concentração de riqueza, o capital financeiro avança para fronteiras do conjunto da vida social até então inimagináveis, de modo a colocar o máximo de esferas da vida possíveis à disposição da valorização do valor, culminando no grau de descompasso entre trabalho vivo e trabalho morto que define a dinâmica do capital-imperialismo.

Conforme apurado na análise do referencial teórico selecionado, essa reorganização das condições de acumulação, que podem ser abarcadas nos conceitos de acumulação contínua ou acumulação por despossessão, implica na ampliação e no refinamento dos mecanismos de expropriação e, portanto, de emprego de violência. Nesse sentido, o racismo ambiental se articula como um dos principais mecanismos de opressão à serviço da recuperação do capital de sua crise, o qual estende e intensifica a ruptura metabólica entre formas de organização social baseadas na comunhão entre ser humano e seu meio, para

reafirmar, ao redor do globo, o metabolismo social adaptado ao modo de produção capitalista.

Em suma, esse processo faz o capital avançar em duas fronteiras: a territorial, pela busca por novos territórios ainda não organizados pelas relações sociais do capital e recursos ainda não apropriados, e a das esferas da vida social, pela imposição da lógica da acumulação em campos como o ambientalismo. É nestes mesmos termos históricos e materiais que iniciou o processo de institucionalização da questão ambiental, o qual deu corpo a uma série de espaços multilaterais que comporiam uma governança global em torno da agenda do desenvolvimento sustentável. É sob essa estrutura que é consagrada uma das contradições fundamentais das mudanças econômicas dessa quadra histórica: as forças sociais responsáveis pelo avanço acelerado do cenário de colapso ambiental vigente se estruturam para apresentar soluções de combate à destruição do planeta, soluções estas que não se direcionam a romper o modelo de produção que comprovadamente levou a essa devastação ambiental, mas ao contrário, buscam reafirmá-lo, instrumentalizando a política ambiental para as necessidades do capital.

O novo ordenamento das relações internacionais subjacente à institucionalização da questão ambiental, ao ser erigido sob os pilares do Consenso de Washington, consolidou uma nova política hegemônica para esta pauta, estruturada nos seguintes termos: a sobreposição do debate sobre o colapso ambiental por uma política voltada sobretudo para reagir às mudanças climáticas, o qual, por sua vez, leva à conformação do debate socioambiental à lógica do cálculo econômico. Nesse sentido é arquitetado um mecanismo contábil sob medida para a incorporação da pauta ambiental às demandas da produção capitalista, de forma a dissociar os biomas e ecossistemas de seus processos históricos e ecológicos, a partir das perspectivas de cálculo e compensação de emissões de gases do efeito estufa. Sobre esse paradigma, é consolidada uma métrica do carbono, que passou a organizar as condições de atualização da governança global, servindo de base para o Consenso da Descarbonização vigente. A partir disso, o debate sobre as medidas de reversão os danos causados e recuperação do que foi degradado é guiado sumariamente pela expansão de novas formas de produção, sendo escanteadas propostas de substituição ou descontinuação para dar espaço à diversificação e expansão.

O setor energético é central nesse processo. A crise energética e geopolítica gerada pelo choque que a OPEP causou nas oligarquias financeiras nos anos 1970 tanto escancarou as fragilidades das condições de acumulação do capital internacional, quanto apresentou o caminho de superação dessas vulnerabilidades. O desenvolvimento da indústria elétrica apresenta uma série de possibilidades de avanço das fronteiras necessárias para retomar as condições de acumulação. Em termos da ampliação da presença das relações sociais do capital no máximo de esferas da vida social possível, a eletricidade possibilita a ampliação da atividade produtiva intensiva em capital, na medida em que aprofunda a contradição entre trabalho morto e trabalho vivo.

Nesse sentido, seu desenvolvimento dá as condições de aumentar as forças produtivas e, portanto, avanço tecnológico, viabilizando, com o advento do programa da transição energética, o deslocamento do debate para o campo da tecnologia. Com isso, torna-se imaculado o debate acerca do modo de produção vigente e a crítica à expansão da atividade produtiva que contribuem para o colapso ambiental, sendo uma das metas da transição energética justamente projetos que aumentem o consumo de energia. Assim, na lógica da descarbonização o aumento do consumo de eletricidade não é oposto ao combate às mudanças climáticas e ao colapso ambiental, desde que essa eletricidade gerada seja oriunda de fontes renováveis.

Se o programa de combate ao colapso ambiental foi sendo subjugado à política climática, com o desenvolvimento da eletrificação e da digitalização, esta foi sendo cada vez mais reduzida à transição energética, haja vista que a maioria das emissões de gás carbônico mundial – ou seja, dos países com maior nível de industrialização – são oriundos do setor energético. É nesse sentido que países e forças políticas adotam o capitalismo verde como via de superação de suas crises de acumulação tomam de assalto o debate ambiental internacional, fazendo as reduções necessárias a conformá-lo a seus interesses políticos, econômicos e geopolíticos.

A potência global que mais vê sua condição de projeção de poder atrelada a essa tendência é a União Europeia, sobretudo a Alemanha, haja vista sua forte tradição econômica e política em torno da pauta ambiental. Nesse sentido, a Alemanha busca retomar sua relevância na arena de disputa interimperialista internacional por meio da expansão de seu projeto de transição energética, a *Energiewende*, como forma de reagir à acirrada competição

no âmbito produtivo com a China, e no campo bélico com a Rússia. A Guerra da Ucrânia, em 2022, foi um marco para a União Europeia organizar sua estratégia de recuperar-se do seu declínio de poder relativo, estabelecendo um robusto arcabouço jurídico-normativo com o objetivo de tomar as rédeas da transição energética global. Assim, encontra na indústria de hidrogênio verde, vinculada à geração de energias renováveis, especialmente a energia eólica offshore, sua plataforma de projeção internacional.

Assim, o bloco constrói uma ampla agenda diplomática para o hidrogênio verde, a qual é liderada pela Alemanha, visando a construir uma cadeia de produção global de hidrogênio verde. Destacam-se os projetos do Global Gateway, no âmbito do bloco, e do H2 Global, no âmbito do país. Por meio destas duas plataformas, a Europa busca levantar fontes de financiamento para seu projeto político e estabelecer relações com países fornecedores de energia renovável barata, focando suas parcerias com países do Sul global. Essa relação, ao ser baseada no Consenso da Descarbonização, no entanto, tem como consequência a projeção a nível global das contradições da institucionalização da questão ambiental, evidenciados pelos próprios projetos desses programas, como a alocação das indústrias de hidrogênio verde em áreas com escassez hídrica e o estímulo a projetos de energias renováveis intensivos em terra, transformando espaços agrários em chão de fábrica e, assim, contribuindo para a diminuição das condições de soberania alimentar da classe trabalhadora global.

Nesse sentido, outra contradição que a exportação do projeto europeu de transição energético trás é o aumento de conflitos sociais e políticos, que levam ao distanciamento da construção de políticas ambientais a partir das tradições mesmas dos povos e territórios cujos tecidos sociais são perturbados pelas suas incursões. Assim, a contradição aqui se dá pela exportação das forças produtivas do capital e de seu metabolismo social em nome do combate à devastação do meio ambiente, de forma a sufocar o florescimento de outras formas possivelmente mais efetivas de reverter o colapso ambiental, como o fortalecimento de modos de vida que sejam pautados menos pela acumulação de riqueza e mais pela organização social respeitando as limitações naturais. Como consequência, a projeção global de seu projeto político revela a contradição inerente ao conceito de desenvolvimento sustentável, ao promover projetos de hidrogênio verde e de complexos eólicos offshore que podem gerar profundos danos socioambientais a países periféricos.

É, portanto, pela disseminação do programa europeu, desde a concepção de natureza até as formas de alterá-la, que os mecanismos de opressão e exploração subservientes à concentração do capital e subjugação dos povos periféricos são impulsionados, borbotando inúmeros casos de racismo ambiental, violências de gênero e intensificação da exploração da classe trabalhadora. Nessa toada, são tendências dessa ação diplomática o aprofundamento das condições de subordinação de países periféricos, sendo uma das maiores expressões o risco de endividamento e o desmonte de instituições locais pela ampliação da agenda de privatização. O cenário de avanço do neoliberalismo e de fortalecimento da austeridade fiscal a nível global tem como consequência, portanto, a facilitação da submissão de países com menor capacidade industrial, sendo a exportação da transição energética, e especificamente do sistema hidrogênio verde-eólicas offshore, uma promessa de industrialização e de “desenvolvimento” para estas nações, via produção e exportação de *commodities* verdes.

Assim, por meio do trabalho de instituições alemãs como GIZ e AHK, o sistema hidrogênio verde-eólicas offshore chega ao Brasil, como uma promessa de neoindustrialização do país. Por meio de uma intensa agenda de *lobby* da Alemanha na política e na sociedade brasileiras, o hidrogênio verde é visto pelo empresariado nacional e pelos governos estaduais e federal como o “combustível do futuro”, sendo essa tendência incorporada na “segunda onda da transição energética brasileira”. No entanto, o empresariado nacional vê nessa agenda a possibilidade de inserir setores influentes na política e na economia nacionais, como o agronegócio, na agenda da transição energética, adotando uma perspectiva de neutralidade tecnológica em relação à implementação da economia do hidrogênio no país. Assim, a partir da articulação das instituições alemãs com as associações patronais do setor, como Abeeólica, Absolar, Abiogás e ABHIV, é construído um cenário de pressa e pressão na viabilização das indústrias do hidrogênio verde e das eólicas offshore, sendo estabelecida uma verdadeira campanha pela regulamentação destas atividades.

Essa urgência pelo avanço do arcabouço legal-normativo do setor é ainda mais intensificada pela característica do avanço do hidrogênio verde e das eólicas offshore no Brasil, o qual foi induzido pela ação do setor privado e estabeleceu relações bilaterais com governos estaduais no país. A dinâmica de negócios da expansão da transição energética no

Brasil, que é pautada pela temporalidade de curtíssimo prazo do mercado, fomentou a regionalização e, portanto, a descentralização da política econômica voltada para esse novo mercado. Como resultado, as relações de mercado se antecedem à construção de um plano nacional para a promoção destas indústrias, criando-se um cenário de corrida contra o tempo que busca ativamente inviabilizar a promoção de debates com o conjunto da sociedade. Assim, esse modelo de negócios se opõe à construção de um programa econômico que esteja alinhado às necessidades da população brasileira, que poderia ser produzido como uma síntese política entre as necessidades particulares de cada território ou região.

A partir das relações entre empresas e governos estaduais, são iniciadas parcerias entre empresas e governos estaduais, sobretudo da região Nordeste, mas também no Rio de Janeiro e no Rio Grande do Sul, com destaque para o *hub* de hidrogênio verde no Porto de Pecém, no Ceará, e o *hub* no Porto de Luís Correia, este em construção, no Piauí. Consolidasse, assim, a implementação de megaprojetos de hidrogênio verde e de energia eólica offshore pelo país, mediante a priorização pelo formato de *hubs* vinculados à complexos portuários.

Se esse modelo é palatável ao setor do hidrogênio verde, a indústria eólica vê essa articulação com bons olhos, sobretudo frente à crise que o setor enfrenta na segunda metade dos anos 2010. A decisão de investir no crescimento da indústria eólica offshore concomitantemente ao avanço do hidrogênio verde torna o seu sucesso mais viável, tendo em vista que essa integração torna a demanda não só garantida, mas quase sistêmica, tendo em vista que vários projetos estão sendo propostos em conjunto. Embora já tenham sido realizados alguns mapeamentos de possíveis impactos decorrentes da geração de energia eólica em alto-mar, são poucos os estudos que buscam prever os potenciais impactos e efeitos de empreendimentos desta magnitude, o que contrasta com a avidez do setor privado e a chancela de governos brasileiros frente a estes empreendimentos. Assim, as vantagens mercadológicas se sobrepõem à falta de estudos sobre os efeitos destes empreendimentos, levando a somarem-se na lista de espera pelo licenciamento ambiental do Ibama, até dezembro de 2024, um total de 104 projetos de geração de energia na costa brasileira, com capacidade instalada total de 246,354 GW e 16.178 turbinas eólicas (Ibama, 2025).

O processo de implementação de usinas eólicas offshore é bastante distinto das eólicas onshore, que se baseia na disputa por terrenos privados para a alocação de complexos eólicos; as offshore, por sua vez, requerem a cessão de uso de áreas marítimas da União,

tendo como procedimento a regularização das ocupações das áreas a serem construídas as usinas e a subsequente assinatura de contratos com a iniciativa privada. Nesse sentido, as disputas são bastante distintas, tendo o Estado, no caso das eólicas offshore, um papel mais central, uma vez que o mar territorial se trata de um bem público.

Esse modelo, ao consistir na importação de um modo de produção, trás consigo as intenções de seu proponente e uma série de contradições, conforme apontado por diversos pesquisadores, movimentos sociais e comunidades pesqueiras, como: i) um projeto alegadamente “sustentável” que gera uma série de implicações socioambientais no processo de construção desses complexos, como a perturbação dos sistemas marinhos, a criação de zonas de sacrifício que reforçam à crítica frente ao racismo ambiental, e a falta de participação das comunidades locais nos processos decisórios, que são relegados ao setor privado; ii) um projeto que prometia industrialização da economia nacional leva à subordinação do Brasil à cadeia de valor global e, assim, fomenta uma indústria voltada para a exportação de *commodities*, sem trazer benefícios sociais e econômicos diretos à população e entregando os meios de produção a grandes empresas multinacionais, em sua maioria sediadas em países estrangeiros; iii) um projeto que justifica sua inserção no mercado nacional pelo fomento do setor que mais contribui para a devastação dos biomas brasileiros e mais emite gases do efeito estufa no país, que é o agronegócio, e iv) um projeto que busca se vincular a uma perspectiva de transição energética justa e popular, sobretudo por ter como principal peça de propaganda a geração de empregos e desenvolvimento tecnológico, mas gera alterações no espaço costeiro que perturba as fontes de renda da população local, bem como não conta com acordos de transferências de tecnologia, tornando a economia submissa à tecnologia estrangeira.

Diante desse cenário, o governo federal é pressionado a incidir na consolidação dessa indústria, tendo em vista que, por conta da implementação da estratégia democrático-popular pelo governo Lula III (Mansur, 2023; Fontes, 2023), tem-se como resultado a reprodução das contradições da estratégia europeia, tais quais a abertura à indústria fóssil e redução do debate ambiental à métrica do carbono. Tendo em vista que o planejamento energético brasileiro apresenta a inclinação a seguir as decisões do mercado internacional, como se pôde verificar na análise dos planos energéticos nacionais, nos parece provável que o Brasil opte por desenvolver a indústria eólica offshore antes de desenvolver outras indústrias mais

vantajosas para as condições nacionais. Nesse sentido, embora haja dúvidas dentro do setor privado sobre os rumos da transição energética brasileira, existe uma aposta ao avanço do sistema hidrogênio verde-eólica offshore, este que deve se consolidar a longo prazo, talvez médio.

O avanço desse processo revela a renúncia da estratégia petista de construir um programa a partir de um processo democrático e popular, que envolva o conjunto da população brasileira para elaborar uma política ambiental soberana, a partir de suas necessidades, de seus valores e de suas prioridades. Como principal consequência dessa abdicação programática está a entrega da construção de um debate nacional sobre o colapso ambiental nas mãos do projeto de desenvolvimento sustentável do capital internacional, ou seja, submetido aos interesses de grandes corporações e das disputas interimperialistas.

Nesse sentido, o Brasil opta por criar uma política de transição energética pouco pautada no debate ambiental e mais voltada para a construção de uma arquitetura financeira em função do capitalismo verde. Seus efeitos são evidenciados pela fragilidade de mecanismos de financiamento climático internacional, como o mercado de carbono, e por contradições como ampliar as fontes de financiamento à atividade que mais promove impactos socioambientais no país, que é o agronegócio, bem como a expansão da indústria fóssil. Além disso, a implementação desse projeto no Brasil acabou por sinalizar para a reprimarização da economia, uma vez que seja voltado para a produção de *commodities* verdes, como o hidrogênio verde, amônia verde e outros derivados.

Essa perspectiva torna mais lógico o desenvolvimento de uma política a partir do que já se tem de potência – base energética renovável – do que em desenvolver uma política para aprimorar o que é relevante para o país – e neste caso, para o mundo –, que é a construção de um programa para tornar o uso e a posse de terra no Brasil de forma menos destrutiva ao funcionamento dos distintos ecossistemas dos biomas brasileiros e menos desigual – em termos raciais, de gênero e regionais –, violenta e subordinada nas dinâmicas territoriais que constituem a sociedade brasileira. Nesse sentido, o fato do Brasil ter boa parte de matriz energética oriunda de fontes renováveis se torna mais uma vantagem comparativa no mercado internacional que um motivo para priorizar o desenvolvimento de uma política agrária que faça cumprir a política nacional para as mudanças climáticas. Ou seja, ter uma abundância de biodiversidade, de exposição à luz solar ou ao vento, ou uma das maiores

reservas de água doce do mundo não se tornam elementos a serem preservados, mas sim para torná-los passíveis de apropriação.

Isso demonstra que o governo federal mantém a estratégia petista de conciliação com as burguesias internacionais e nacionais, abdicando de construir um programa próprio, de base popular e anti-capitalista, optando por se adequar à agenda externa. Isso o leva a aderir de forma acrítica – para não dizer entusiasmada ou deslumbrada - ao paradigma do Consenso da Descarbonização, sendo a agenda de descarbonização dos países centrais e as atividades ligadas à indústria verde o ápice do horizonte estratégico do governo Lula III. Diante disso, o setor se vê na posição de dar a linha política da estratégia nacional para a transição energética e, por extensão, para a política ambiental, na medida em que o governo federal brasileiro adota a postura de acatar as demandas do setor, tornando-as uma das bases de sua política energética nacional.

São esses os termos que marcam a construção da estratégia nacional para o hidrogênio verde no primeiro biênio de Lula III, processo que chega à disputa no Congresso Nacional, que culminou na promulgação da Lei 14.948/2024 e da Lei 15.097/2025. O debate no Parlamento brasileiro foi marcado pela forte interferência dos *lobbies* do agronegócio, do gás e do carvão, bem como pela exclusão de movimentos sociais e de comunidades pesqueiras, as quais se veem diretamente afetadas pelo avanço desses empreendimentos.

Concluimos que a abdicação programática do governo Lula III, ao articular-se com o avanço das forças sociais conservadoras no país, abre caminho para a promoção do *greenwashing* parlamentar, esvaziando a construção de políticas socioambientais pelo Congresso Nacional e relegando esta pauta à instrumentalização por congressistas fisiológicos para ganhos pessoais e de setores responsáveis pelo colapso ambiental – nomeadamente agronegócio, petróleo, gás natural e carvão -, resultando na supressão de direitos sociais e ambientais em nome da descarbonização.

Tendo em vista que o apelo à pauta ambiental no Congresso guarde vínculos com possíveis oportunidades comerciais com grandes corporações estrangeiras, uma série de contradições emergem no fazer político do Parlamento. Se por um lado o tema da transição energética ganha espaço nos plenários das casas legislativas, uma série de políticas que contribuem com o colapso ambiental também se consolidam, haja vista o avanço das 28 propostas chamadas por ambientalistas como “pacote da destruição”. Nesse sentido, medidas

como anistia para desmatadores, flexibilização do Código Florestal e sobre regularização fundiária, adoção de um marco temporal para limitar a demarcação de terras indígenas, exploração mineral em unidades de conservação e redução da reserva legal da Amazônia, são propostas pela mesma casa que promove legislações sobre descarbonização e ampliação de geração de energia renovável, o que revela que representam um mesmo programa político.

A análise da tramitação dos projetos de lei na Câmara dos Deputados e no Senado Federal reitera a conclusão de submissão da pauta socioambiental ao *greenwashing* parlamentar, uma vez que debates importantes tenham sido convertidos em instrumentos de poder para setores que degradam o país. Em relação ao debate taxonômico, os setores que de fato se beneficiaram foi o agronegócio, ao conseguir a inserção do etanol na categoria de hidrogênio renovável, e as hidrelétricas, que foram abarcadas no conceito de hidrogênio verde. Nesse sentido, esta foi uma vitória parcial do setor das eólicas e solar, pois ao menos conseguiu constar na lei a terminologia específica para esta rota tecnológica, embora o sentido original tenha sido diluído no conceito de hidrogênio renovável. Outro exemplo é foi os jabutis que favoreciam os setores de gás e carvão: apesar do debate sobre o papel das termelétricas na transição energética ser de fato relevante para a formulação programática, e apesar de Lula ter vetado os jabutis, a grande repercussão dos movimentos do lobby do gás e do carvão acabaram por ofuscar o debate próprio sobre o mérito das usinas eólicas offshore. Nesse sentido, as críticas ao avanço da indústria eólica no litoral brasileiro, sobretudo em relação a aspectos ambientais, sociais e culturais, não tomaram as manchetes das reportagens que apuraram a tramitação do PL no Congresso.

A dissociação entre a análise socioambiental e o planejamento estratégico de energia denota a relegação do debate social e ambiental sumariamente ao espaço da pesquisa, sem que esta cumpra seu papel de subsídio a um processo de tomada de decisão soberano, que busque ponderar a totalidade da população nacional. Ao ser relegada apenas a uma função consultiva, o aspecto socioambiental da expansão das eólicas offshore é enfraquecido na correlação de forças da disputa deste avanço, tendo em vista que se trata de um mercado em franca ascensão, amplamente inserido no debate da transição energética internacional, e que cada vez mais conta com investimentos na ordem de bilhões de dólares na costa brasileira.

A inclusão do PEM foi uma vitória do campo progressista sobre as associações patronais do setor eólico, nomeadamente a Abeeólica, a qual solicitou a retirada do

dispositivo do PEM na Comissão Especial. No entanto, embora o PEM seja um instrumento importante, ele não assegura a soberania territorial das comunidades tradicionais, sendo, portanto, insuficiente para garantir a regularização de territórios marinhos. Assim, é fundamental que esse processo se siga pela disputa pela soberania territorial dos povos do mar no Brasil, pela reivindicação da demarcação de seu território tradicional, à luz das conquistas de regularização fundiária de outros povos tradicionais. Nesse sentido, a mobilização em torno do PL 131/2020, baseado na Sugestão de Projeto de Lei enviado pelo Conselho Pastoral dos Pescadores, é fundamental para preencher a lacuna dos direitos de soberania territorial dos povos do mar no Brasil.

REFERÊNCIAS

- ABEEÓLICA. Eólica já é a segunda fonte da matriz elétrica brasileira com 15 GW de capacidade instalada. São Paulo: Abeeólica, 2019. Disponível em: <https://abeeolica.org.br/eolica-ja-e-a-segunda-fonte-da-matriz-eletrica-brasileira-com-15-gw-de-capacidade-instalada/>. Acesso em: 25 fev. 2025.
- ABEEÓLICA. Energia Eólica: os bons ventos do Brasil - Infovento nº 15. São Paulo: Abeeólica, 2020. Disponível em: https://abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2022/04/Infovento-15_PT.pdf. Acesso em: 26 fev. 2025.
- ABEEÓLICA. Boletim anual - 2023. São Paulo: Abeeólica, 2024. Disponível em: https://abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2024/07/424_ABEEOLICA_BOLETIM-ANUAL-2024_DIGITAL_PT_V3.pdf. Acesso em: 25 fev. 2025.
- ABEEÓLICA. O Setor - desenvolvimento da eólica no Brasil. Site oficial da Abeeólica, s/d. Disponível em: <https://abeeolica.org.br/energia-eolica/o-setor/>. Acesso em: 25 fev. 2025.
- ABSOLAR - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA. Energia solar é a 2ª maior fonte energética do país: Como ter em casa?. São Paulo: Absolar, 2023. Disponível em: <https://www.absolar.org.br/noticia/energia-solar-e-a-2a-maior-fonte-energetica-do-pais-como-ter-em-casa/>. Acesso em: 27 fev. 2025.
- ACCIOLY, Dante. Senado aprova criação de usinas eólicas e solares no mar. Agência Senado, 2018. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2018/12/18/senado-aprova-criacao-de-usinas-eolicas-e-solares-no-mar>. Acesso em: 01 abr. 2025.
- AEP - Africa Energy Portal. NIGER: 4 months after the coup d'état, the Gorou Banda solar farm comes on stream, AEP Website, 2023. Disponível em: <https://africa-energy-portal.org/news/niger-4-months-after-coup-detat-gorou-banda-solar-farm-comes-stream>. Acesso em: 11 fev. 2025.
- AGÊNCIA AMBIENTAL ALEMÃ (Umweltbundesamt). Die Umweltwirtschaft in Deutschland 2019. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt, 2020. Disponível em: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/die-umweltwirtschaft-in-deutschland-2019>. Acesso em: 16 jan. 2025.
- AGÊNCIA SENADO. CI aprova marco legal para exploração da energia gerada em alto-mar. Agência Senado, 2022. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2022/08/17/ci-aprova-marco-legal-para-exploracao-da-energia-gerada-em-alto-mar>. Acesso em: 01 abr. 2025.
- AGÊNCIA SENADO. CPI da Braskem: relatório prevê 14 indiciamentos e nova taxa de fiscalização. Agência Senado, 2024a. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2024/05/15/cpi-da-braskem-relatorio-preve-14-indiciamentos-e-nova-taxa-de-fiscalizacao>. Acesso em: 01 abr. 2025.
- AGÊNCIA SENADO. Aprovado marco legal para a produção do hidrogênio de baixo carbono. Agência Senado, 2024b. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2024/06/19/aprovado-marco-legal-para-a-producao-do-hidrogenio-de-baixo-carbono>. Acesso em: 04 abr. 2025.
- AGÊNCIA SENADO. Debate apoia eólicas em alto-mar, mas incentivo a térmicas traz divergências. Agência Senado, 2024c. Disponível em:

<https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2024/08/20/debate-apoia-eolicas-em-alto-mar-mas-incentivo-a-termicas-traz-divergencias>. Acesso em: 05 abr. 2025.

AGUIAR, Camila. Hidrogênio verde gera corrida por eólicas no mar e preocupa pescadores no Ceará. Agência Pública, 2023. Disponível em: <https://apublica.org/2023/07/hidrogenio-verde-gera-corrida-por-eolicas-no-mar-e-preocupa-pescadores-no-ceara/>. Acesso em: 17 mar. 2025.

AHANG, Mohammadreza; DEL GRANADO, Pedro Crespo; TOMASGARD, Asgeir. Investments in green hydrogen as a flexibility source for the European power system by 2050: Does it pay off? Applied Energy 378. Volume 378, Part A, 15 January 2025. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306261924020397>. Acesso em: 05 ev. 2025.

AHK BRASIL. Aliança Brasil-Alemanha para o Hidrogênio Verde. AHK Brasil, 2021. Disponível em: <https://filehub.admiralcloud.com/v5/deliverFile/6a4aff7e-507e-4844-ab52-ab9cb81157a0>. Acesso em: 28 fev. 2025.

ALAGOAS. Lei nº 9.360, de 26 de agosto de 2024. Aleal, 2024. Disponível em: https://sapl.al.al.leg.br/media/sapl/public/normajuridica/2024/3119/lei_no_9.360_de_26_d_e_agosto_de_2024.pdf. Acesso em: 15 mar. 2025.

ALAWADY; Ahmad; SENTHURYA, S.; SARITHA, G.; PATHANI, A.; SINGH, Akhilesh; SHERJE, Nitin. Environmental Impact Assessment of Offshore Wind Farms in Deep Waters. 1st International Conference on Power and Energy Systems (ICPES 2023), E3S Web of Conferences 540, 03004, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202454003004>. Acesso em: 20 fev. 2025.

Acre. Gonzaga anuncia convênio para Acre produzir Hidrogênio Verde, o combustível do futuro. Aleac, 2024. Disponível em: <https://www.al.ac.leg.br/?p=56061>. Acesso em: 15 mar. 2025.

AMAZONAS. Lei nº 7.369, de 14 de janeiro de 2025. Aleam, 2025. Disponível em: <https://sapl.al.am.leg.br/media/sapl/public/normajuridica/2025/13788/7369.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2025.

AMBROSE, Jillian. Germany suspends approval for Nord Stream 2 gas pipeline. The Guardian, 2021. Disponível em: <https://www.theguardian.com/business/2021/nov/16/germany-suspends-approval-for-nord-stream-2-gas-pipeline>. Acesso em: 23 jan. 2025.

AMELANG, Sören. German wind industry worries about public resistance as installations slump. Clean Energy Wire, 2019. Disponível em: <https://www.cleanenergywire.org/news/german-wind-industry-worries-about-public-resistance-installations-slump>. Acesso em: 20 fev. 2025.

AMORIM, Daniela. Prates volta a defender que ANP regule produção de hidrogênio para uso energético no País. Zero Hora, 2023. Disponível em: <https://gauchazh.clicrbs.com.br/economia/noticia/2023/10/prates-volta-a-defender-que-anp-regule-producao-de-hidrogenio-para-uso-energetico-no-pais-clnortizs002601hvenw4xzbb.html>. Acesso em: 11 mar. 2025.

ANEEL - AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Sistema de Informação de Geração da ANEEL - SIGA, 2021. Disponível em: <https://www.aneel.gov.br/outorgas/geracao>. Acesso em: 25 ago. 2024.

ANEEL - AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Banco de Informações de Geração: Capacidade de Geração Brasil. Aneel, 2023. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>. Acesso em: 10 dez. 2023.

ANP - AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis 2024. Brasília, DF: Ministério de Minas e Energia, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/anuario-estatistico/anuario-estatistico-brasileiro-do-petroleo-gas-natural-e-biocombustiveis-2024>. Acesso em: 11 mar. 2025.

ARAÚJO, Divo. ‘O impacto do hidrogênio verde no PIB será de R\$ 7 tri até 2050’. A Tarde, 2024a. Disponível em: <https://atarde.com.br/politica/o-impacto-do-hidrogenio-verde-no-pib-sera-de-r-7-tri-ate-2050-1278389>. Acesso em: 10 mar. 2025.

ARAÚJO, Júlio C. H. Uma análise do setor eólico no estado do Ceará. IN: Paim, E.; Furtado, F. (org). Em nome do clima. Mapeamento Crítico. Transição Energética e Financeirização da Natureza. São Paulo: Fundação Rosa Luxemburgo, 2024b. Disponível em: <https://rosalux.org.br/wp-content/uploads/2024/03/Em-nome-do-clima-mapeamento-critico.pdf>. Acesso em: 16 mar. 2025.

ARAÚJO, J. C. H.; SOUZA, W. F.; MEIRELES, A. J. A.; BRANNSTROM, C. Sustainability Challenges of Wind Power Deployment in Coastal Ceará State, Brazil. *Sustainability*, v. 12, n. 14, 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/14/5562>. Acesso em: 15 nov. 2024.

ARRAIS, Lucrécio; PINHEIRO, Bruno. Piauí terá a maior planta de energia solar do Brasil para produção de hidrogênio verde. Governo do Estado do Piauí, 2024. Disponível em: <https://www.pi.gov.br/piaui-tera-a-maior-planta-de-energia-solar-do-brasil-para-producao-de-hidrogenio-verde/>. Acesso em: 14 mar. 2025.

ARRIGONI, Alessandro; BRAVO DIAZ, Laura. Hydrogen emissions from a hydrogen economy and their potential global warming impact. EU JRC Technical Report. Luxemburgo, 2022. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/362928652_Hydrogen_emissions_from_a_hydrogen_economy_and_their_potential_global_warming_impact. Acesso em: 04 fev. 2025.

ASCOM CIPP. Complexo do Pecém e Porto de Sines, de Portugal, assinam Memorando de Entendimento para desenvolver corredor logístico sustentável. Governo do Estado do Ceará, 2024. Disponível em: <https://www.ceara.gov.br/2024/07/01/complexo-do-pecem-e-porto-de-sines-de-portugal-assinam-memorando-de-entendimento-para-desenvolver-corredor-logistico-sustentavel/>. Acesso em: 13 mar. 2025.

ASSECOM RN. Consórcio Nordeste apresenta projetos de energias renováveis na União Europeia. Governo do Estado do Rio Grande do Norte, 2024. Disponível em: <https://www.rn.gov.br/materia/consorcio-nordeste-apresenta-projetos-de-energias-renovaveis-na-uniao-europeia/>. Acesso em: 15 mar. 2025.

AUGUSTO, Pasquale. Hidrogênio verde (H2V): A ‘nova commodity’ como o futuro dos combustíveis na descarbonização do mercado. Money Times, 2023. Disponível em: <https://www.moneytimes.com.br/hidrogenio-verde-h2v-o-futuro-dos-combustiveis-na-descarbonizacao-do-mercado/>. Acesso em: 10 mar. 2025.

AZEVEDO, Tatiana. Lira apressa agenda verde para COP-28 e abre brecha para “jabutis” e lobby de setores. *Gazeta do Povo*, 2023. Disponível em: <https://www.gazetadopovo.com.br/republica/lira-apressa-agenda-verde-para-cop-28-e-abre-brecha-para-jabutis-e-lobby-de-setores/>. Acesso em: 03 abr. 2025.

BADIN, Michelle; TASQUETTO, Lucas. Os acordos de comércio para além das preferências: uma análise da regulamentação sobre os “novos temas”. *Revista de Direito Internacional*, v. 10, n. 1, p. 105-127, 2013. Brasília: UNICEUB, 2013. Disponível em: <https://www.publicacoesacademicas.uniceub.br/rdi/article/view/2381>. Acesso em: 19 out. 2023.

BAHIA. Decreto nº 21.200 de 02 de março de 2022. Leis Estaduais, 2022. Disponível em: <https://leisestaduais.com.br/ba/decreto-n-21200-2022-bahia-institui-o-plano-estadual-para-a-economia-do-hidrogenio-verde-pleh2v-na-forma-que-indica-e-da-outras-providencias>. Acesso em: 15 mar. 2025.

BAILEY, H., BROOKES, K.L. & THOMPSON, P.M. Assessing environmental impacts of offshore wind farms: lessons learned and recommendations for the future. *Aquat. Biosyst.* 10, 8, 2014. Disponível em: <https://aquaticbiosystems.biomedcentral.com/articles/10.1186/2046-9063-10-8#citeas>

BANCO MUNDIAL. GDP (current US\$) - China. Data World Bank, 2023. Disponível em: <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.CD?locations=CN>. Acesso em: 20 jan. 2025.

BANCO MUNDIAL. Transport. Banco Mundial website, 2024. Disponível em: <https://www.worldbank.org/en/topic/transport/overview>. Acesso em: 26 jan. 2025.

BARBOSA, Fernando. Projeto cearense do Hub de Hidrogênio Verde recebe prêmio em evento no Chile. *Opinião CE*, 2024. Disponível em: <https://www.opinioce.com.br/projeto-cearense-do-hub-de-hidrogenio-verde-recebe-premio-em-evento-no-chile/>. Acesso em: 13 mar. 2025.

BARREIRA, Solange; ANGELO, Claudio. Novo Pacote da Destruição ameaça direitos socioambientais. *Observatório do Clima*, 2024. Disponível em: <https://www.oc.eco.br/novo-pacote-da-destruicao-ameaca-direitos-socioambientais/>. Acesso em: 03 abr. 2025.

BARRETO, Felipe. Não inclusão de emendas de Cid pode gerar insegurança jurídica à produção de hidrogênio verde. *Opinião CE*, 2024. Disponível em: <https://www.opinioce.com.br/nao-inclusao-de-emendas-de-cid-pode-gerar-inseguranca-juridica-a-producao-de-hidrogenio-verde/>. Acesso em: 03 abr. 2025.

BARROS, Pedro Luis Velasco de. Hidrogênio verde: Barranco propõe nova política energética para MT. *ALMT*, 2021. Disponível em: <https://www.al.mt.gov.br/midia/texto/hidrogenio-verde-barranco-propoe-nova-politica-energetica-para-mt/visualizar>. Acesso em: 15 mar. 2025.

BARROS, Paulo. Rafael Fonteles apresenta o Piauí como estado com as melhores condições do mundo para produção de hidrogênio verde. *Governo do Piauí*, 2024. Disponível em: <https://portal.pi.gov.br/segov/2024/05/19/rafael-fontels-apresenta-piaui-como-estado-com-as-melhores-condicoes-do-mundo-para-producao-de-hidrogenio-verde/>. Acesso em: 14 mar. 2025.

BATAGLIOTTI, Júlia. Colocando o Brasil no radar do Hidrogênio Verde. IN: AHK BRASIL. Especial Hidrogênio Verde. *Revista BrasilAlemanha*, nº 1, 2021. Disponível em:

https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/d9/97/d9973c83-a742-4039-9e56-3e1c5dcba795/revistabrasilalemanha.pdf. Acesso em: 28 fev. 2025.

BCG - BOSTON CONSULTING GROUP; ANFAVEA - ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES. Avançando nos caminhos da descarbonização automotiva no Brasil. BCG; ANFAVEA, 2024. Disponível em: <https://web-assets.bcg.com/c8/23/db9d08bc423892200a8a1b18ce9e/bcg-avancando-nos-caminhos-da-descarbonizacao-updated2024.pdf>. Acesso em: 26 fev. 2025.

BELFORT, Ângela Fernanda. Aprovado, marco legal do H2V destrava investimentos do setor. Movimento Econômico, 2024. Disponível em: <https://movimentoeconomico.com.br/economia/energia/2024/06/21/aprovado-marco-legal-do-h2v-destrava-investimentos-do-setor/>. Acesso em: 04 abr. 2025.

BEN - BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL. BEN interativo. EPE, 2023. Disponível em: <https://dashboard.epe.gov.br/apps/ben/>. Acesso em: 22 fev. 2025.

BENITEZ, Alicia; WULF, Christina; STEUBING, Bernhard; GELDERMANN, Jutta. Scenario-based LCA for assessing the future environmental impacts of wind offshore energy: An exemplary analysis for a 9.5-MW wind turbine in Germany. Energy, Sustainability and Society 14:49, 2024. Disponível em: <https://energysustainsoc.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13705-024-00474-z>. Acesso em: 20 fev. 2025.

BERTINARD, Pablo; CHEMES, Jorge; FORERO, Lyda Fernanda. Transición energética: aportes para la reflexión colectiva. Transnational Institute (TNI) e Taller Ecologista, 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/373598615_Transicion_ENERGETICA_APORTES_PARA_LA_REFLEXION_COLECTIVA. Acesso em: 12 fev. 2025.

BESWICK, R. R.; OLIVEIRA, A. M. L.; YAN, Y. Does the Green Hydrogen Economy Have a Water Problem? ACS Energy Letters 2021 6 (9), 3167-3169. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acsenergylett.1c01375#>. Acesso em: 04 fev. 2025.

BETHÔNICO, Thiago. Entenda a corrida pelo hidrogênio verde e por que o Brasil pode ser uma potência. Folha de S. Paulo, 2023. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2023/01/entenda-a-corrida-pelo-hidrogenio-verde-e-por-que-o-brasil-pode-ser-uma-potencia.shtml>. Acesso em: 10 de mar. 2025.

BEZUTTI, Natália. Fortescue recebe aprovação para planta de hidrogênio verde no Porto do Pecém. Megawhat, 2024. Disponível em: <https://megawhat.energy/hidrogenio/fortescue-recebe-aprovacao-para-planta-de-hidrogenio-verde-no-porto-do-pecem/>. Acesso em: 13 mar. 2025

BITENCOURT, Rafael; CAMAROTTO, Murillo; TRUFFI, Renan. Somos a maior potência ambiental do mundo, diz Lula. Valor Econômico, 2023. Disponível em: <https://valor.globo.com/brasil/noticia/2023/06/05/somos-a-maior-potencia-ambiental-do-mundo-diz-lula.ghtml>. Acesso em: 24 fev. 2025.

BLENKINSOP, Philip. EU delays deforestation ban but discards changes. Agência Reuters, 2024. Disponível em: <https://www.reuters.com/business/environment/eu-agrees-deforestation-law-delay-discards-changes-2024-12-03/>. Acesso em: 11 mar. 2025.

BLOOMBERGNEF. Green Hydrogen to Undercut Gray Sibling by End of Decade. BloombergNEF website, 2023. Disponível em: <https://about.bnef.com/blog/green-hydrogen-to-undercut-gray-sibling-by-end-of-decade/>. Acesso em: 04 fev. 2025.

BLOOMBERGNEF. Energy Transition Investment Trends 2024: Tracking global investment in the low-carbon transition. BloombergNEF, 2024. Disponível: <https://assets.bbhub.io/professional/sites/24/Energy-Transition-Investment-Trends-2024.pdf>. Acesso em: 26 fev. 2025.

BMWK - Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz. The National Hydrogen Strategy. Federal Ministry for Economic Affairs and Energy Public Relations Division, 2020. Disponível em: https://www.bmwk.de/Redaktion/EN/Publikationen/Energie/the-national-hydrogen-strategy.pdf?__blob=publicationFile. Acesso em: 28 jan. 2025.

BMWK - Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz. National Hydrogen Strategy - Update. Federal Ministry for Economic Affairs and Energy Public Relations Division, 2023. Disponível em: https://www.bmwk.de/Redaktion/EN/Hydrogen/Downloads/national-hydrogen-strategy-update.pdf?__blob=publicationFile&v=4. Acesso: 28 jan. 2025.

BMWK - Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz. Import Strategy for hydrogen and hydrogen derivatives. Federal Ministry for Economic Affairs and Energy Public Relations Division, 2024. Disponível em: https://www.bmwk.de/Redaktion/EN/Publikationen/Energie/importstrategy-hydrogen.pdf?__blob=publicationFile&v=7. Acesso em: 29 jan. 2025.

BMWK; MME. Parceria Energética Brasil-Alemanha - Comunicado Conjunto. Brasília: BMWK; MME, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/investimento-alemao-podera-alavancar-projetos-de-hidrogenio-de-baixo-carbono-no-brasil/CommuniquM.Habeck.pdf>. Acesso em: 28 fev. 2025.

BNDES – BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. I. Hidrogênio de baixo carbono: oportunidades para o protagonismo brasileiro na produção de energia limpa. Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/22665/1/PRLiv_Hidrog%C3%AAnio%20de%20baixo%20carbono_215712.pdf. Acesso em: 04 fev. 2025.

BNDES - BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. Em sete meses, BNDES aprova R\$ 7,3 bi dos R\$ 10,4 bi aportados pela União para operações do Fundo Clima. Agência BNDES de notícias, 2024. Disponível em: [https://agenciadenoticias.bndes.gov.br/detalhe/noticia/Em-sete-meses-BNDES-aprova-R\\$-73-bi-dos-R\\$-104-bi-aportados-pela-Uniao-para-operacoes-do-Fundo-Clima/](https://agenciadenoticias.bndes.gov.br/detalhe/noticia/Em-sete-meses-BNDES-aprova-R$-73-bi-dos-R$-104-bi-aportados-pela-Uniao-para-operacoes-do-Fundo-Clima/). Acesso em: 28 mar. 2025.

BOHNE, Andreas. The Global Gateway Isn't All It's Cracked Up to Be. Fundação Rosa Luxemburgo, 2022. Disponível em: <https://www.rosalux.de/en/news/id/45971/global-gateway>. Acesso em: 08 fev.2025

BOLARD, J., DOLCI, F., GRYC, K., EYNARD, U., GEORGAKAKI, A., LETOUT, S., KUOKKANEN, A., MOUNTRAKI, A., INCE, E., SHTJEFNI, D. Clean Energy Technology Observatory: Water Electrolysis and Hydrogen in the European Union - 2023 Status Report on Technology Development, Trends, Value Chains and Markets. Publications Office of the European Union, Luxemburgo, 2023. Disponível em: <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC135018>. Acesso em: 17 out. 2024

BONI, Mathias. Obras do porto de Arroio do Sal devem iniciar em 2025 e durar cerca de 30 meses. Gaúcha ZH, 2024. Disponível em: <https://gauchazh.clicrbs.com.br/economia/noticia/2024/10/obras-do-porto-de-arroio-do-sal>

[devem-iniciar-em-2025-e-durar-cerca-de-30-meses-cm2f5gy3b00da014260suuyha.html](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1990-1994/d99165.htm).

Acesso em: 13 mar. 2025.

BONENTE, Bianca. Desenvolvimento em Marx e na teoria econômica: por uma crítica negativa do desenvolvimento capitalista. Niterói: Eduff, 2016.

BONOU, A.; A. Laurent; S.I. Olsen. Life Cycle Assessment of Onshore and Offshore Wind Energy-from Theory to Application. *Applied Energy*, 2016, 180 (October):327–37. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.07.058>. Acesso em: 20 fev. 2025.

BRASIL. Decreto nº 99.165, de 12 de março de 1990. Brasília, DF: Presidência da República, 1990. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1990-1994/d99165.htm. Acesso em: 15 mar. 2025.

BRASIL. Lei nº 8.617, de 4 de janeiro de 1993. Brasília, DF: Presidência da República, 1993. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/18617.htm. Acesso em: 15 mar. 2025.

BRASIL. Resolução Conama nº 237, de 19 de dezembro de 1997. Brasília, DF: 1997, DOU nº 247, seção 1, pp. 30841-30843,. Disponível em: https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=237. Acesso em: 15 mar. 2025.

BRASIL. Lei nº 9.636, de 15 de maio de 1998. Brasília, DF: Casa Civil, 1998. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19636.htm. Acesso em: 5 abr. 2025.

BRASIL. Portaria nº 404, de 28 de dezembro de 2012. Brasília, DF: Secretaria do Patrimônio da União (SPU), 2012.

BRASIL. [Constituição (1988)]. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Brasília, DF: Presidência da República, 2016. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm. Acesso em: 15 mar. 2025

BRASIL. Projeto de Lei do Senado nº 484, de 2017. Brasília, DF: Senado Federal, 2017. Disponível em: <https://legis.senado.leg.br/sdleg-getter/documento?dm=7323318&ts=1702316649820&disposition=inline>. Acesso em: 01 abr. 2025.

BRASIL. Ofício nº 1.427 (SF). Brasília, DF: Câmara dos Deputados, 2018. https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=1702597&filena me=PL%2011247/2018. Acesso em: 01 abr. 2025.

BRASIL. Câmara dos Deputados Comissão de Legislação Participativa Sugestão nº 76/2019 Ementa: Brasília, DF: Câmara dos Deputados, 2019. Disponível em: https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=1835170&filena me=SUG%2076/2019%20CLP. Acesso em: 05 abr. 2025.

BRASIL. Projeto de Lei nº 131/2020. Autoria: Comissão de Legislação Participativa. Brasília, DF: Câmara dos Deputados, 2020. Disponível em: https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=1854982&filena me=PL%20131/2020. Acesso em: 05 abr. 2025.

BRASIL. PROJETO DE LEI Nº , DE 2021 Brasília, DF: Senado Federal, 2021. Disponível em: <https://legis.senado.leg.br/sdleg-getter/documento?dm=8930687&ts=1736879590269&disposition=inline>. Acesso em: 01 abr. 2025.

BRASIL. Despacho do Presidente da República. Resolução nº 6, de 23 de junho de 2022. Brasília, DF: Presidência da República, 2022a. Disponível em: https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/conselhos-e-comites/cnpe/resolucoes-do-cnpe/2022/res_cnpe-6-2022.pdf.

BRASIL. Da Comissão de Serviços de Infraestrutura, sobre o Projeto de Lei nº 576, de 2021. Brasília, DF: Senado Federal, 2022b. Disponível em: <https://legis.senado.leg.br/sdleg-getter/documento?dm=9193590&ts=1736879591409&disposition=inline>. Acesso em: 01 abr. 2025.

BRASIL. Projeto de Lei nº 725, de 2022. Brasília, DF: Senado Federal, 2022c. Disponível em: <https://legis.senado.leg.br/sdleg-getter/documento?dm=9096609&ts=1648597804854&disposition=inline>. Acesso em: 01 abr. 2025.

BRASIL. EMENDA Nº - PLEN (ao PL nº 1878, de 2022). Brasília, DF: Senado Federal, 2022d. Disponível em: <https://legis.senado.leg.br/sdleg-getter/documento?dm=9186287&ts=1739992498816&disposition=inline>. Acesso em: 02 abr. 2025.

BRASIL, Millena. Plano brasileiro para o hidrogênio carece de metas objetivas, avalia mercado. Eixos, 2023a. Disponível em: <https://eixos.com.br/hidrogenio/plano-brasileiro-para-o-hidrogenio-carece-de-metas-objetivas-avalia-mercado/>. Acesso em: 30 mar. 2025.

BRASIL, Millena. Associação defende inclusão de fósseis em marco legal do hidrogênio. Portal Eixos, 2023b. Dispon

ível em: <https://eixos.com.br/hidrogenio/associacao-defende-inclusao-de-fosseis-em-marco-legal-do-hidrogenio/#:~:text=Para%20o%20presidente%20da%20ABH2,que%20por%20meio%20de%20elet%C3%B3lise>. Acesso em: 11 mar. 2025.

BRASIL. Despacho do Presidente da República. Resolução nº 4 de 20 de março de 2023. Altera a Resolução CNPE nº 6, de 23 de junho de 2022. Brasília, DF: Presidência da República, 2023c. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/conselhos-e-comites/cnpe/resolucoes-do-cnpe/2023/Resolu%C3%A7%C3%A3o%20n%C2%BA%204%20de%20mar%C3%A7o%20de%202023.pdf>. Acesso em: 26 mar. 2025.

BRASIL. PARECER (SF) Nº 25, DE 2023. Da COMISSÃO DE MEIO AMBIENTE, sobre o Projeto de Lei nº 725, de 2022. Brasília, DF: Senado Federal, 2023d. Disponível em: <https://legis.senado.leg.br/sdleg-getter/documento?dm=9483534&ts=1730189237276&disposition=inline&ts=1730189237276#Emenda1>. Acesso em: 02 abr. 2025.

BRASIL. PROJETO DE LEI Nº , DE 2023. Brasília, DF: Câmara dos Deputados, 2023e. Disponível em: https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=2267302&filena me=PL%202308/2023. Acesso em: 02 abr. 2025.

BRASIL. PARECER DE PLENÁRIO PELAS COMISSÕES DE MINAS E ENERGIA E DE CONSTITUIÇÃO E JUSTIÇA E DE CIDADANIA AO PROJETO DE LEI Nº 2.308, DE 2023. Brasília, DF: Câmara dos Deputados, 2023f. Disponível em: https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=2364907. Acesso em: 03 abr. 2025.

BRASIL. PROJETO DE LEI Nº , DE 2023 (Da COMISSÃO ESPECIAL DE TRANSIÇÃO ENERGÉTICA E PRODUÇÃO DE HIDROGÊNIO) Brasília, DF: Câmara dos Deputados,

2023g. Disponível em: https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=2365786&filena me=PL%205751/2023. Acesso em: 02 abr. 2025.

BRASIL. REDAÇÃO FINAL PROJETO DE LEI Nº 2.308-A DE 2023. Brasília, DF: Câmara dos Deputados, 2023h. Disponível em: https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=2368314&filena me=Tramitacao-PL%202308/2023. Acesso em: 03 abr. 2025.

BRASIL. Parecer de Plenário pelas Comissões de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável; Minas e Energia; Finanças e Tributação; e de Constituição e Justiça e de Cidadania ao Projeto de Lei nº 11.247, de 2018. PRLP n.2. Câmara dos Deputados, 2023i. Disponível em: https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=2364521&filena me=Tramitacao-PL%2011247/2018. Acesso em: 05 abr. 2025.

BRASIL. Parecer de Plenário pelas Comissões de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável; Minas e Energia; Finanças e Tributação; e de Constituição e Justiça e de Cidadania ao Projeto de Lei nº 11.247, de 2018. PRLP n. 3. Câmara dos Deputados, 2023j. Disponível em: https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=2366581&filena me=Tramitacao-PL%2011247/2018. Acesso em: 05 abr. 2025.

BRASIL. EMP n.14. Projeto de Lei nº 11.247 de 2018. Liderança da Federação PSOL-Rede. Brasília, DF: Câmara dos Deputados, 2023k. Disponível em: https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=2366986&filena me=EMP+14+%3D%3E+PL+11247/2018. Acesso em: 05 abr. 2025.

BRASIL. EMP n.11. Projeto de Lei nº 11.247 de 2018 Liderança da Federação PSOL-Rede. Brasília, DF: Câmara dos Deputados, 2023l. Disponível em: https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=2366967&filena me=EMP+11+%3D%3E+PL+11247/2018. Acesso em: 05 abr. 2025

BRASIL. EMP n.10. Projeto de Lei nº 11.247 de 2018. Liderança da Federação PSOL-Rede. Brasília, DF: Câmara dos Deputados, 2023m. Disponível em: https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=2366964&filena me=EMP+10+%3D%3E+PL+11247/2018. Acesso em: 05 abr. 2025.

BRASIL. EMP n.12. Projeto de Lei nº 11.247 de 2018. Liderança da Federação PSOL-Rede. Brasília, DF: Câmara dos Deputados, 2023n. Disponível em: https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=2366970&filena me=EMP+12+%3D%3E+PL+11247/2018. Acesso em: 05 abr. 2025.

BRASIL. LEI Nº 14.993, DE 8 DE OUTUBRO DE 2024. Brasília, DF: Presidência da República, 2024a. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2024/lei/114993.htm. Acesso em: 02 abr. 2025.

BRASIL. PL 2308/2023. 00024. EMENDA Nº (ao PL 2308/2023). Brasília, DF: Senado Federal, 2024b. Disponível em: <https://legis.senado.leg.br/sdleg-getter/documento?dm=9637163&ts=1725363591646&disposition=inline&ts=1725363591646>. Acesso em: 03 abr. 2025

BRASIL. PL 2308/2023. 00025. EMENDA Nº (ao PL 2308/2023). Brasília, DF: Senado Federal, 2024c. Disponível em: <https://legis.senado.leg.br/sdleg->

[getter/documento?dm=9637167&ts=1725363591656&disposition=inline&ts=1725363591656](https://legis.senado.leg.br/sdleg-getter/documento?dm=9637167&ts=1725363591656&disposition=inline&ts=1725363591656). Acesso em: 03 abr. 2025.

BRASIL. PL 2308/2023. 00026. EMENDA Nº (ao PL 2308/2023). Brasília, DF: Senado Federal, 2024d. Disponível em: <https://legis.senado.leg.br/sdleg-getter/documento?dm=9637171&ts=1725363589240&disposition=inline>. Acesso em: 03 abr. 2025.

BRASIL. PROJETO DE LEI Nº, DE 2023 (Da COMISSÃO ESPECIAL DE TRANSIÇÃO ENERGÉTICA E PRODUÇÃO DE HIDROGÊNIO). Relatório Preliminar. Brasília, DF: Senado Federal, 2024e. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/comissoes/comissoes-temporarias/especiais/57a-legislatura/transicao-energetica-e-producao-de-hidrogenio-verde/outros-documentos/relatorio-preliminar-10-10-2023>. Acesso em: 03 abr. 2025.

BRASIL. LEI Nº 14.990, DE 27 DE SETEMBRO DE 2024. Brasília, DF: Presidência da República, 2024f. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2024/lei/L14990.htm. Acesso em: 04 abr. 2025.

BRASIL. LEI Nº 15.097, DE 10 DE JANEIRO DE 2025. Brasília, DF: Presidência da República, 2025. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/lei-n-15.097-de-10-de-janeiro-de-2025-606521855>. Acesso em: 04 abr. 2025.

BRASIL MINERAL. Fortescue inicia obras de projeto de metal verde na Austrália. Portal Brasil Mineral, 2024. Disponível em: <https://www.brasilmineral.com.br/noticias/fortescue-inicia-obras-de-projeto-de-metal-verde-na-australia>. Acesso em: 14 mar. 2025.

BRASIL MINERAL. Fortescue tem projeto avançado no Complexo do Pecém. Brasil Mineral, 2025. Disponível em: <https://www.brasilmineral.com.br/noticias/fortescue-tem-projeto-avancado-no-complexo-do-pecem>. Acesso em: 15 mar. 2025.

BRETTON WOODS PROJECT. Gambling with the planet's future? World Bank Development Policy Finance, 'green' conditionality, and the push for a private-led energy transition. Bretton Woods Project Report, 2024. Disponível em: <https://www.brettonwoodsproject.org/wp-content/uploads/2024/04/Gambling-with-the-planets-future-WBG-DPF-final-web.pdf>. Acesso em: 11 fev. 2025.

BRINGEL, Breno; SVAMPA, Maristella. Del "Consenso de los Commodities" al "Consenso de la Descarbonización". *Nueva Sociedad*, n. 306, jul.-ago. 2023. Disponível em: <https://nuso.org/articulo/306-del-consenso-de-los-commodities-al-consenso-de-la-descarbonizacion/>. Acesso em: 11 nov. 2023.

BP - BRITISH PETROLEUM. Statistical review of world energy 2021. 70th ed., London, 2021. Disponível em: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2021-full-report.pdf>. Acesso em: 8 set. 2024.

BUGONI, Leandro; NUNES, Guilherme Tavares; LAUXEN, Mozart da Silva; GOMES, Camila; ROOS, Andrei Langeloh; SERAFINI, Patricia Pereira. Eólicas offshore no Brasil : potenciais impactos, recomendações para o licenciamento e implicações para a conservação das aves marinhas e costeiras IN: Fialho, Marcos de Souza; Fialho, Arlindo Gomes (orgs.). Relatório de áreas de concentração de aves migratórias no Brasil. 4.ed. Cabedelo, PB: CEMAVE/ICMBio, 2022. Cap. 8, p. 137-180. Disponível em: <https://laatm.furg.br/images/pdf/books/017-Bugoni-et-al-2022-Aves-e-Eolicas-Offshore.pdf>. Acesso em: 18 mar. 2025.

BUKOWSKI, Maciej Filip. The geopolitical implications of the German hydrogen sector development and its imports strategy. *Polityka Energetyczna - Energy Policy Journal*. V. 27 n. 4, pp. 169-186. 2024. Disponível em: <https://epj.min-pan.krakow.pl/The-geopolitical-implications-of-the-German-hydrogen-sector-development-and-its-imports,196308,0,2.html>. Acesso em: 25 jan. 2025.

BURGESS, James. Orsted scraps Swedish FlagshipONE emethanol project under development. SP Global website, 2024. Disponível em: <https://www.spglobal.com/commodity-insights/en/news-research/latest-news/energy-transition/081524-orsted-scraps-swedish-flagshipone-e-methanol-project-under-development>. Acesso em: 05 fev. 2025.

BULLARD, Robert D. Environmental Justice in the 21st Century: Race Still Matters. *Phylon* (1960-), Vol. 49, No. 3/4 (Autumn - Winter, 2001), pp. 151-171. Disponível em: <https://doi.org/10.2307/3132626>. Acesso em: 10 out. 2024.

BWE. Bundesverband WindEnergie webpage, s/d. Disponível em: <https://www.wind-energie.de/english/association/>. Acesso em: 17 jan. 2024.

CABRAL, Marcelo. BNB apresenta planejamento bilionário para H2V durante debate em Brasília. Portal In, 2024. Disponível em: <https://www.portalin.com.br/negocios/bnb-apresenta-planejamento-bilionario-para-h%C2%B2v-durante-debate-em-brasilia/>. Acesso em: 15 mar. 2025.

CAIXETA, Fernando. Petrobras assina protocolo de intenções com o governo do Rio para estudos sobre eólica offshore. Portal Eixos, 2024a. Disponível em: <https://eixos.com.br/transicao-energetica/petrobras-assina-protocolo-de-intencoes-com-o-governo-do-rio-para-estudos-sobre-eolica-offshore/>. Acesso em: 13 mar. 2025.

CAIXETA, Fernando. Silveira fala em "desastre tarifário" em PL das eólicas offshore. Portal Eixos, 2024b. Disponível em: <https://eixos.com.br/videos-e-podcasts/ao-vivo/silveira-fala-em-desastre-tarifario-em-pl-das-eolicas-offshore/>. Acesso em: 05 abr. 2025.

CALDERBANK, Matthew. Blackpool beach to host protest against controversial off-shore wind farm off Fylde coast. *The Gazette*, 2025. Disponível em: <https://www.blackpoolgazette.co.uk/news/residents-to-stage-protest-on-beach-against-offshore-wind-farm-plans-4928297>. Acesso em: 20 fev. 2025.

CÂMARA DOS DEPUTADOS. Impactos socioambientais da construção de parques de energia eólica. Brasília, DF: Câmara dos Deputados, 2023a. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/evento-legislativo/69642>. Acesso em: 12 nov. 2023.

CÂMARA DOS DEPUTADOS. 1ª Sessão Legislativa Ordinária da 57ª Legislatura. Comissão de Direitos Humanos, Minorias e Igualdade Racial (AUDIÊNCIA PÚBLICA ORDINÁRIA (SEMIPRESENCIAL)). Em 5 de setembro de 2023 (terça-feira). Às 14 horas. Brasília, DF: Departamento de Taquigrafia, Revisão e Redação, 2023b. Disponível em: <https://escriba.camara.leg.br/escriba-servicosweb/pdf/69642>. Acesso em: 03 abr. 2025.

CÂMARA DOS DEPUTADOS. Plano de Trabalho da Comissão especial para estudo, avaliação e acompanhamento das iniciativas e medidas adotadas para transição energética. Brasília, DF: Câmara dos Deputados, 2023c. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/comissoes/comissoes-temporarias/especiais/57a-legislatura/transicao-energetica-e-producao-de-hidrogenio-verde/outs-documentos/PlanodeTrabalhoComissodeTransioEnergtica.pdf>. Acesso em: 11 nov. 2023.

CÂMARA DOS DEPUTADOS. RELATÓRIO 4 Comissão Especial para Estudo, Avaliação e Acompanhamento das Iniciativas e Medidas Adotadas para Transição Energética – Fontes Renováveis e Produção de Hidrogênio no Brasil. Brasília, DF: Câmara dos Deputados, 2023d. Disponível em:

https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=2365685&filenome=REL%204/2023%20CEENERG. Acesso em: 01 abr. 2025.

CAMARGO, Leticia. Greenwashing Legislativo: a contradição no projeto de lei das eólicas offshore. Brasília, DF: Brasil de Fato, 2024. Disponível em: <https://www.brasildefato.com.br/2024/12/04/greenwashing-legislativo-a-contradicao-no-projeto-de-lei-das-eolicas-offshore/>. Acesso em: 03 abr. 2025.

CANALENERGIA. ABHAV adere ao Pacto Brasileiro pelo Hidrogênio Renovável. Agência CanalEnergia, 2024. Disponível em: <https://www.canalenergia.com.br/noticias/53273628/abhav-adere-ao-pacto-brasileiro-pelo-hidrogenio-renovavel#:~:text=O%20Pacto%20Brasileiro%20pelo%20Hidrog%C3%AAnio,vetor%20energ%C3%A9tico%20limpo%20e%20vers%C3%A1til..> Acesso em: 10 mar. 2025.

CARROLL, David. Fortescue terminates plans for 5.4 GW project in Pilbara. PV Magazine website, 2023. Disponível em: <https://www.pv-magazine-australia.com/2023/11/06/fortescue-terminates-plans-for-5-4-gw-project-in-pilbara/>. Acesso em: 05 fev. 2024.

CARTA das comunidades tradicionais, movimentos sociais e sociedade civil à Câmara Federal sobre o PL 11.247/2018 (Regulamentação das eólicas offshore no Brasil. Instituto Terramar, 2023. Disponível em: <https://terramar.org.br/2023/09/05/carta-das-comunidades-tradicionais-movimentos-sociais-e-sociedade-civil-a-camara-federal-sobre-o-pl-11-247-2018-regulamentacao-das-eolicas-offshore-no-brasil/>. Acesso em: 12 nov. 2023.

CARTA Aberta ao Presidente da República Federativa do Brasil. Poder 360, 2025. Disponível em: https://static.poder360.com.br/2025/01/Carta_Aberta_PR_Associacoes_e_entidades_Veto_PL_576_21_PL_Offshore.pdf. Acesso em: 05 abr. 2025.

CARVALHO, Karina de Paula. Saúde, raça e clima. Boletim informativo. Centro Brasileiro de Justiça Climática, 2024. Disponível em: <https://cbjc.com.br/wp-content/uploads/2024/11/Boletim-Saude-Raca-Clima-2024-Centro-Brasileiro-de-Justica-Climatica-CBJC.pdf>. Acesso em: 02 fev. 2025.

CASA DOS VENTOS. Atlas Agro e Casa dos Ventos firmam parceria para desenvolver projeto para fertilizantes verdes no Brasil. Casa dos Ventos website, 2024. Disponível em: <https://casadosventos.com.br/noticias/parceria-viabilizar-fertilizantes-verdes-hidrogenio-agronegocio>. Acesso em: 14 mar. 2025

CASTILHO, Fernando. European Energy produz as primeiras toneladas de e-metanol na Dinamarca e Pernambuco deve receber a segunda planta do novo combustível em Suape. JC Negócios, 2025. Disponível em: <https://jc.ne10.uol.com.br/colunas/jc-negocios/2025/03/15/european-energy-produz-as-primeiras-toneladas-de-e-metanol-na-dinamarca-e-pernambuco-deve-receber-a-segunda-planta-do-novo-combustivel-em-suape.html>. Acesso em: 15 mar. 2025.

CASTRO, Ana Carolina. 1º Congresso Brasil-Alemanha de Hidrogênio Verde discutirá potencial do Brasil como fornecedor global. Brasil Alemanha News, 2020. Disponível em:

<https://brasilalemanhanews.com.br/1o-congresso-brasil-alemanha-de-hidrogenio-verde-discutira-potencial-do-brasil-como-fornecedor-global/>. Acesso em: 28 fev. 2025

CASTRO, Nivalde de; LIMA, Antônio; HIDD, Gabriel; VARDIERO, Pedro. Perspectivas da Energia Eólica offshore. Agência Canal Energia. Rio de Janeiro, 06 de agosto de 2018. Disponível em: https://gesel.ie.ufrj.br/app/webroot/files/publications/19_castro184.pdf. Acesso em: 19 fev. 2025.

CASTRO; Nivalde de; BRAGA, Sergio Leal; PRADELLE, Florian; CHAVES, Ana Carolina; CHANTRE, Caroline (orgs). A Economia do Hidrogênio: transição, descarbonização e oportunidades para o Brasil. 1. ed. - Rio de Janeiro : E-papers, 2023. Disponível em: https://gesel.ie.ufrj.br/wp-content/uploads/2023/04/livro_economia_do_h2.pdf. Acesso em: 19 fev. 2025.

CAVALCANTE, Beatriz. Banco do Nordeste tem teto de R\$ 500 milhões por empresa para hidrogênio verde, 2024. Disponível em: <https://www.opovo.com.br/noticias/economia/2024/09/11/banco-do-nordeste-tem-teto-de-rs-500-milhoes-por-empresa-para-hidrogenio-verde.html>. Acesso em: 14 mar. 2025.

CCEE - Câmara de Comercialização de Energia Elétrica. Crescimento de energia renovável brasileira equivale a mais de 3 usinas de Itaipu. CCEE, 2023. Disponível em: <https://www.ccee.org.br/en/-/crescimento-de-energia-renovavel-brasileira-equivale-a-mais-de-3-usinas-de-itaipu>. Acesso em: 24 fev. 2025.

CEARÁ. Lei nº 18.459, de 07/09/2023. Alece, 2023. Disponível em: <https://belt.al.ce.gov.br/index.php/legislacao-do-ceara/organizacao-tematica/meio-ambiente-e-desenvolvimento-do-semiarido/item/8476-lei-n-18-459-de-07-09-23-d-o-11-09-23>. Acesso em: 15 mar. 2025.

CEREZO ARAUJO, F. “Producción de hidrógeno verde: comparativa de la viabilidad técnica y económica de energía eólica onshore y offshore.” Gómez-Acebo, T. (dir.). Trabajo Fin de Máster. Universidad de Navarra, Pamplona, 2022. Disponível em: <https://dadun.unav.edu/server/api/core/bitstreams/7c8f7f18-17e6-4412-ac3b-a597141e1374/content>. Acesso em: 03 fev. 2025.

CGEE - Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (2010). Hidrogênio energético no Brasil. Subsídios para políticas de competitividade, 2010-2025, tecnologias críticas e sensíveis em setores prioritários – Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos.

CHIAPPINI, Gabriel. Hidrogênio verde, mas nem tanto. *epbr*, 19 set. 2022. Disponível em: <https://epbr.com.br/hidrogenio-verde-mas-nem-tanto/>. Acesso em: 11 nov. 2023.

CHIAPPINI, Gabriel. Rio de Janeiro aposta no hidrogênio azul a partir de gás do pré-sal. Portal Eixos, 2023. Disponível em: <https://eixos.com.br/hidrogenio/rio-de-janeiro-aposta-no-hidrogenio-azul-a-partir-de-gas-do-pre-sal/>. Acesso em: 13 mar. 2025.

CHIAPPINI, Gabriel. Desafios para o planejamento das linhas de transmissão e grid na era do hidrogênio verde. Portal Eixos, 2024a. Disponível em: <https://eixos.com.br/hidrogenio/desafios-para-o-planejamento-das-linhas-de-transmissao-e-grid-na-era-do-hidrogenio-verde/>. Acesso em: 12 nov. 2024.

CHIAPPINI, Gabriel. União Europeia define regras para barrar eletrolisadores chineses em leilão de hidrogênio renovável. Portal Eixos, 2024b. Disponível em: <https://eixos.com.br/hidrogenio/uniao-europeia-define-regras-para-barrar-eletrolisadores-chineses-em-leilao-de-hidrogenio-renovavel/>. Acesso em: 15 nov. 2024.

CHIAPPINI, Gabriel. Alemanha aprova estratégia de importação de hidrogênio, incluindo rota de gás com CCS. Portal Eixos, 2024c. Disponível em: <https://eixos.com.br/hidrogenio/alemanha-aprova-estrategia-de-importacao-de-hidrogenio-incluindo-rota-de-gas-com-ccs/>. Acesso em: 20 nov. 2024.

CHIAPPINI, Gabriel. Consenso no G20 abre caminho para hidrogênio "verde e amarelo". Portal Eixos, 2024e. Disponível em: <https://eixos.com.br/hidrogenio/consenso-no-g20-abre-caminho-para-hidrogenio-verde-e-amarelo/>. Acesso em: 10 mar. 2025.

CHIAPPINI, Gabriel. Hidrogênio produzido no Brasil atende a critérios da União Europeia, diz estudo. Portal Eixos, 2024f. Disponível em: <https://eixos.com.br/hidrogenio/hidrogenio-produzido-no-brasil-atende-a-criterios-da-uniao-europeia-diz-estudo/>. Acesso em: 12 mar. 2025.

CHIAPPINI, Gabriel. Hubs de hidrogênio podem ser alternativa à exportação, mas falta “dar match”. Portal Eixos, 2024g. Disponível em: <https://eixos.com.br/hidrogenio/hubs-de-hidrogenio-podem-ser-alternativa-a-exportacao-mas-falta-dar-match/>. Acesso em: 12 de mar. 2025.

CHIAPPINI, Gabriel. Açú reserva mais dois milhões de metros quadrados para projetos de hidrogênio verde. Portal Eixos, 2024h. Disponível em: <https://eixos.com.br/hidrogenio/acu-reserva-mais-dois-milhoes-de-metros-quadrados-para-projetos-de-hidrogenio-verde/>. Acesso em: 13 mar. 2025

CHIAPPINI, Gabriel. Políticas para biocombustíveis não podem inibir desenvolvimento do hidrogênio verde, diz Gabrielli. Portal Eixos, 2024i. Disponível em: <https://eixos.com.br/hidrogenio/politicas-para-biocombustiveis-nao-podem-inibir-desenvolvimento-do-hidrogenio-verde-diz-gabrielli/>. Acesso em: 14 mar. 2025.

CHIAPPINI, Gabriel. O domínio chinês na produção de eletrolisadores e as oportunidades para o Brasil. Portal Eixos, 2024j. Disponível em: <https://eixos.com.br/hidrogenio/o-dominio-chines-na-producao-de-eletrolisadores-e-as-oportunidades-para-o-brasil/>. Acesso em: 04 abr. 2025.

CHIAPPINI, Gabriel. Novas regras para concessão de créditos para hidrogênio aliviam críticas sobre aumento do limite de emissões. Portal Eixos, 2024k. Disponível em: <https://eixos.com.br/hidrogenio/novas-regras-para-concessao-de-creditos-para-hidrogenio-aliviam-criticas-sobre-aumento-do-limite-de-emissoes/>. Acesso em: 04 abr. 2025.

CHIAPPINI, Gabriel. Governo aprova instalação de planta de hidrogênio verde da Solatio na ZPE do Piauí. Portal Eixos, 2025. Disponível em: <https://eixos.com.br/hidrogenio/governo-aprova-instalacao-de-planta-de-hidrogenio-verde-da-solatio-na-zpe-do-piaui/>. Acesso em: 15 mar. 2025.

CHU, Amanda. Promessa de Biden, projeto de hidrogênio verde enfrenta oposição maior nos EUA. Folha de S. Paulo, 2024. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2024/06/promessa-de-biden-projeto-de-hidrogenio-verde-enfrenta-oposicao-maior-nos-eua.shtml>. Acesso em: 10 out. 2024

CHU, Amanda; MILLARD, R.; HANCOCK, A. Ações de empresas de hidrogênio verde nos EUA e na Europa desabam com demanda baixa. Folha de S. Paulo, 2024. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2024/10/acoes-de-empresas-de-hidrogenio-verde-nos-eua-e-na-europa-desabam-com-demanda-baixa.shtml>. Acesso em: 05 de fev. 2025.

CIMI – CONSELHO INDIGENISTA MISSIONÁRIO. Violências contra os povos indígenas no Brasil Dados de 2022. Cimi, 2023. Disponível em: <https://cimi.org.br/wp-content/uploads/2023/07/relatorio-violencia-povos-indigenas-2022-cimi.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2025.

CIRM – COMISSÃO INTERMINISTERIAL PARA OS RECURSOS DO MAR. Perguntas frequentes. 1) Qual é a situação atual do PEM?. Governo Federal, s/d. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/secirm/pt-br/psrm/pem/perguntas-frequentes>. Acesso em: 05 abr. 2025.

CNPE – CONSELHO NACIONAL DE POLÍTICA ENERGÉTICA. Resolução nº 2, de 10 de fevereiro de 2021. Estabelece orientações sobre pesquisa, desenvolvimento e inovação no setor de energia no País. CNPE, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/conselhos-e-comites/cnpe/resolucoes-do-cnpe/arquivos/2021/ResolucaoCNPE2021.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2025.

COALIZÃO ENERGIA LIMPA; OBSERVATÓRIO DO CLIMA. Posicionamento sobre o PL do Hidrogênio. Coalizão Energia Limpa, 2024a. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/12bmuojTAAp1t5f81XoQz-gDGoLmhluqw/view>. Acesso em: 03 abr. 2025

COALIZÃO ENERGIA LIMPA; OBSERVATÓRIO DO CLIMA. Posicionamento do Observatório do Clima e da Coalizão Energia Limpa sobre o PL das Eólicas Offshore. Coalizão Energia Limpa, 2024b. Disponível em: <https://www.oc.eco.br/wp-content/uploads/2024/11/Posicionamento-do-Observatorio-do-Clima-e-da-Coalizao-Energia-Limpa-sobre-o-PL-das-Eolicas-Offshore-1.pdf>. Acesso em: 05 abr. 2025.

COALIZÃO ENERGIA LIMPA; OBSERVATÓRIO DO CLIMA. Ao Excelentíssimo Senhor Rui Costa, ministro de Estado Chefe da Casa Civil da Presidência da República Assunto: Posicionamento da sociedade civil brasileira sobre o PL das Eólicas Offshore (PL nº 576/2021). O Eco, 2024c. Disponível em: https://oc.eco.br/wp-content/uploads/2025/01/Posicionamento_da_sociedade_civil_brasileira_sobre_o_PL_das_Eolicas_Offshore.pdf. Acesso em: 05 abr. 2025.

CODIN – COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. Construção de usina de hidrogênio verde no Porto do Açu, no Rio de Janeiro. Governo do Estado do Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: <https://www.codin.rj.gov.br/post/constru%C3%A7%C3%A3o-de-usina-de-hidrog%C3%AAnio-verde-no-porto-do-a%C3%A7u-no-rio-de-janeiro>. Acesso em: 13 mar. 2025.

COHEN, Patricia. Lei europeia antidesmatamento sofre pressão de governos e empresas. Estadão, 2024. Disponível em: https://www.estadao.com.br/economia/lei-europeia-antidesmatamento-sofre-pressao-de-governos-e-empresas/?srsrtid=AfmBOoq9_JvxCYrovAr2MvqH4LyokH9cdLWcFWUandBFqbdiEJsUBZo-. Acesso em: 11 mar. 2025.

CONGRESSO EM FOCO. Metade do valor das renúncias fiscais contemplou 0,3% das empresas beneficiadas em 2024; veja lista. Congresso em Foco, 2024. Disponível em: <https://www.congressoemfoco.com.br/noticia/5739/metade-do-valor-das-renuncias-fiscais-contemplou-03-das-empresas-beneficiadas-em-2024-veja-lista>. Acesso em: 31 mar. 2025.

CONGRESSO NACIONAL. Projeto de Lei nº 725, de 2022. Tramitação bicameral. Site oficial do Congresso Nacional, 2025. Disponível em:

<https://www.congressonacional.leg.br/materias/materias-bicamerais/-/ver/pl-725-2022>.

Acesso em: 02 abr. 2025.

CONSÓRCIO NORDESTE. Carta de Natal. Natal: Consórcio Nordeste, 2024. Disponível em: <https://www.consorcionordeste.gov.br/noticia/carta-de-natal>. Acesso em: 15 mar. 2025.

CONTI, Ilaria; KNEEBONE, James. A first look at REPowerEU: The European Commission's plan for energy independence from Russia. Florence School of Regulation, 2022. Disponível em: <https://fsr.eui.eu/first-look-at-repower-eu-eu-commission-plan-for-energy-independence-from-russia/>. Acesso em: 20 out. 2024.

COSTA, Elisa. Senado conclui votação do marco legal do hidrogênio, com rejeição do critério de adicionalidade. Agência Infra, 2024. Disponível em: <https://agenciainfra.com/blog/senado-conclui-votacao-do-marco-legal-do-hidrogenio-com-rejeicao-do-criterio-de-adicionalidade/>. Acesso em: 03 abr. 2025.

COSTA, Luciano; TEIXEIRA, Marcelo. Fantasma do excesso de capacidade ronda indústria de energia eólica do Brasil. Reuters, 2016. Disponível em: <https://www.reuters.com/article/world/us/fantasma-do-excesso-de-capacidade-ronda-industria-de-energia-elica-do-brasil-idUSKBN12Y2L7/>. Acesso em: 27 fev. 2025.

COX, R. M. C. A.; NOGUEIRA, J. M. Avaliação de impacto de eólicas offshore no Brasil. Revista Tempo do Mundo, n. 32, p. 319-341, 31 ago. 2023. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/revistas/index.php/rtm/article/view/479>. Acesso em: 03 fev. 2025.

CPP – CONSELHO PASTORAL DOS PESCADORES E PESCADORAS. Em Audiência Pública, comunidades tradicionais se pronunciam contra a implantação de Parques eólicos no mar (offshore). Assessoria de Comunicação do CPP, 2023. Disponível em: <https://www.cppnacional.org.br/noticia/em-audi%C3%Aancia-p%C3%ABlica-comunidades-tradicionais-se-pronunciam-contra-implanta%C3%A7%C3%A3o-de-parques>. Acesso em: 19 mar. 2025.

CRUZ MAURICIO, Francisco Raphael. Latifúndio eólico: energia renovável, green grabbing e modernização conservadora no Nordeste do Brasil. SER Social, Brasília, v. 25, n. 52, 2023. DOI: 10.26512/ser_social.v25i52.45189. Disponível em: https://periodicos.unb.br/index.php/SER_Social/article/view/45189. Acesso em: 10 set. 2023.

C-SPAN. President Biden on Nord Stream 2 Pipeline if Russia Invades Ukraine: "We will bring an end to it.". Youtube, 2022. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=OS4O8rGRLf8&ab_channel=C-SPAN. Acesso em: 23 jan. 2025.

CURCINO, Sara. Regulação de hidrogênio verde com energia limpa avança no Congresso; entenda como deve funcionar. Brasília: TV Globo, 2024. Disponível em: <https://g1.globo.com/politica/noticia/2024/07/10/regulacao-de-energia-limpa-com-hidrogenio-verde-avanca-no-congresso-entenda-como-deve-funcionar.ghtml>. Acesso em: 11 mar. 2025.

DAMASCENO, Bruna. Hidrogênio Verde: veja 4 entraves que persistem após a regulamentação no Brasil. Diário do Nordeste, 2024. Disponível em: <https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/opinioao/colunistas/bruna-damasceno/hidrogenio-verde-veja-4-entraves-que-persistem-apos-a-regulamentacao-no-brasil-1.3557219>. Acesso em: 04 abr. 2025.

DARDOT, Pierre e LAVAL, Christian. A Nova Razão do Mundo. Ensaio Sobre a Sociedade Neoliberal. São Paulo: Boitempo, 2016.

DE BLASIO, Nicola. The Colors of Hydrogen. Environment and Natural Resources Program, Belfer Center, 2024. Disponível em: <https://www.belfercenter.org/research-analysis/colors-hydrogen>. Acesso em: 30 jan. 2025.

DELGADO, Fernanda. O PL 2308/23 e as possibilidades da indústria do hidrogênio verde no Brasil. Jota, 2024. Disponível em: <https://www.jota.info/artigos/o-pl-2308-23-e-as-possibilidades-da-industria-do-hidrogenio-verde-no-brasil>. Acesso em: 10 mar. 2025.

DELOITTE. Financing the Green Energy Transition: Innovative financing for a just transition. Deloitte, 2024a. Disponível em: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/us/Documents/financial-services/us-financing-the-green-energy-transition-innovative-financing.pdf>

DELOITTE. Pesquisa “Agenda” Estratégias empresariais para o ambiente de negócios. Deloitte, 2024b. Disponível em: <https://www.deloitte.com/content/dam/assets-zone4/br/pt/docs/issues/Agenda%202024.pdf>. Acesso em: 24 fev. 2025.

DI CIOMMO, Mariella; VERON, Pauline; ASHRAF, Nadia. The EU and China in the Global South: Perspectives from African countries. European Centre for Development Policy Management - ECDPM, Discussion paper no. 373, 2024. Disponível em: <https://ecdpm.org/application/files/2417/2604/7280/EU-China-Global-South-Perspectives-African-Countries-ECDPM-Discussion-Paper-373-2024.pdf>. Acesso em: 08 fev. 2025.

DIAS, Eduardo. Bahia pode produzir hidrogênio verde para suprir importações. A Tarde, 2024. Disponível em: <https://atarde.com.br/politica/bahia/bahia-pode-produzir-hidrogenio-verde-para-suprir-importacoes-1271579>. Acesso em: 14 mar. 2025.

DÍAZ, Hugo; SOARES, Carlos Guedes. Review of the current status, technology and future trends of offshore wind farms. Ocean Engineering 209 (1), 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2020.107381>. Acesso em: 18 mar. 2025.

DJATH, Bughsin; SCHULZ-STELLENFLETH, Johannes; CAÑADILLAS, Beatriz. Study of Coastal Effects Relevant for Offshore Wind Energy Using Spaceborne Synthetic Aperture Radar (SAR). Remote Sens, 2022. 14(7), 1688. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2072-4292/14/7/1688>. Acesso em: 16 fev. 2025.

DUTRA, Ricardo Marques. Viabilidade técnico-econômica da energia eólica face ao novo marco regulatório do setor elétrico brasileiro. 2001. 259 f. Dissertação (Mestrado em Ciências em Planejamento Energético) – Universidade Federal do Rio de Janeiro no Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia COOPE/UFRJ. Rio de Janeiro, RJ. Disponível em: https://cresesb.cepel.br/publicacoes/download/dissertacao/200102_dutra_r_m_ms.pdf. Acesso em: 19 fev. 2025.

DW. UE lança Acordo Verde com metas climáticas ambiciosas. DW, 2019. Disponível em: <https://www.dw.com/pt-br/ue-lan%C3%A7a-acordo-verde-com-metas-clim%C3%A1ticas-ambiciosas/a-51633887>. Acesso em: 24 jan. 2025.

DW. Estados Unidos se retiram formalmente do Acordo de Paris. DW, 2020. Disponível em: <https://www.dw.com/pt-br/estados-unidos-se-retiram-formalmente-do-acordo-de-paris/a-55499307>. Acesso em: 21 jan. 2025.

DW. Fim de uma era: Alemanha fecha suas últimas usinas nucleares. DW, 2023. Disponível em: <https://www.dw.com/pt-br/fim-de-uma-era-alemanha-fecha-suas-%C3%BAltimas-usinas-nucleares/a-65335770>. Acesso em: 17 jan. 2025.

EGENTER, Sven; WETTENGEL, Julian. Key stakeholders in Germany's Energiewende. Clean Energy Wire, 2017. Disponível em: <https://www.cleanenergywire.org/factsheets/key-stakeholders-germanys-energiewende>. Acesso em: 13 fev. 2025.

EIA - U.S. ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION - Europe was the main destination for U.S. LNG exports in 2022. 2023. Disponível em: <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=55920>. Acesso em: 23 jan. 2025

EIB - European Investment Bank; EPO - European Patent Office. Financing and commercialisation of cleantech innovation. EPO e EIB, 2024. Disponível em: https://www.eib.org/attachments/lucalli/20240003_financing_and_commercialisation_of_cleantech_innovation_en.pdf. Acesso em: 09 fev. 2025.

EIXOS. Três eólicas offshore em licenciamento no Ibama. Portal Eixos, 2018. Disponível em: <https://eixos.com.br/politica/meio-ambiente/tres-eolicas-offshore-em-licenciamento-no-ibama/>. Acesso em: 18 mar. 2025.

EIXOS. COP27: Nove países aderem a aliança para impulsionar eólicas offshore. Portal Eixos, 2022. Disponível em: <https://eixos.com.br/transicao-energetica/cop/cop27-nove-paises-aderem-a-alianca-para-impulsionar-eolicas-offshore/#:~:text=Para%20colaborar%20com%20a%20meta,de%20empregos%E2%80%99D%2C%20completa%20Camera>. Acesso em: 17 mar. 2025.

EIXOS. Pecém assina pré-contrato com Cactus Energia para projeto de hidrogênio verde de US\$ 2 bi. Portal Eixos, 2023a. Disponível em: <https://eixos.com.br/hidrogenio/pecem-assina-pre-contrato-com-cactus-energia-para-projeto-de-hidrogenio-verde-de-us-2-bi/>. Acesso em: 15 mar. 2025.

EIXOS. AB Areias inaugura usina solar flutuante em lago de mineração. Portal Eixos, 2023b. Disponível em: <https://eixos.com.br/empresas/ab-areias-inaugura-usina-solar-flutuante-em-lago-de-mineracao/>. Acesso em: 25 mar. 2025.

EIXOS. Atlas Agro avança em projeto de fertilizante de hidrogênio verde. Portal Eixos, 2024. Disponível em: <https://eixos.com.br/hidrogenio/atlas-agro-avanca-em-projeto-de-fertilizante-de-hidrogenio-verde/>. Acesso em: 14 mar. 2025.

ENERGYNEWS. Opposition to wind turbines: resistance grows in rural areas across Europe. Energynews website, 2024. Disponível em: <https://energynews.pro/en/opposition-to-wind-turbines-resistance-grows-in-rural-areas-across-europe/>. Acesso em: 20 fev. 2025.

EPE - EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Informações contidas na base de dados AMA. Rio de Janeiro: EPE, 2013. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-232/topico-212/Informa%C3%A7%C3%B5es%20contidas%20na%20base%20de%20dados%20AMA.pdf>. Acesso em: 10 set. 2024.

EPE - EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Balanço Energético Nacional (BEN) 2019: Ano base 2018. 2019. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-377/topico-494/BEN%202019%20Completo%20WEB.pdf>.

EPE - EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Roadmap Eólica Offshore Brasil: perspectivas e caminhos para a energia eólica marítima. Rio de Janeiro, RJ: EPE; MMA,

2020. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-456/Roadmap_Eolica_Offshore_EPE_versao_R2.pdf. Acesso em: 15 mar. 2025.

EPE – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Análise socioambiental das fontes energéticas do PDE 2031. Nota técnica EPE/DEA/SMA/004/2022. EPE; MME, 2022. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-607/topico-593/NT%20EPE-DEA-SMA-004-2022%20-%20Analise%20Socioambiental%20das%20Fontes%20Energeticas%20do%20PDE%202031.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2025.

EPO - EUROPEAN PATENT OFFICE; IRENA - INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY. Offshore wind energy: Patent insight report, November 2023. EPO; Irena, 2023. Disponível em: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2023/Nov/EPO_IRENA_Offshore_wind_patent_insight_report_2023.pdf. Acesso em: 19 fev. 2025.

ESER, P.; CHOKANI, N.; ABHARI, R. Impact of Nord Stream 2 and LNG on gas trade and security of supply in the European gas network of 2030. *Applied Energy*, 238, 816–830. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0306261919300698>. Acesso em: 22 jan. 2025.

ESMAP - ENERGY SECTOR MANAGEMENT ASSISTANCE PROGRAM. Going global: expanding offshore wind to emerging markets. Washington: World Bank; IFC, 2019. Disponível em: <https://documents1.worldbank.org/curated/pt/716891572457609829/pdf/Going-Global-Expanding-Offshore-Wind-To-Emerging-Markets.pdf>. Acesso em: 28 fev. 2025.

ESPÍRITO SANTO. Decreto Nº 5416-R DE 28/06/2023. Legisweb, 2023. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=446913>. Acesso em: 15 mar. 2025.

ESPITALIER-NOËL, M.; FONSECA, J.; FRAILE, D.; MURON, M.; PAWELEC, G.; SANTOS, S.; STAUDENMAYER, Olivia. Clean Hydrogen Monitor 2024. *Hydrogen Europe*, 2024. Disponível em: https://hydrogeneurope.eu/wp-content/uploads/2023/10/Clean_Hydrogen_Monitor_11-2023_DIGITAL.pdf. Acesso em: 12 out. 2024.

ESTADÃO. BNDES vai apoiar segunda onda de transição energética e terá linha para SAF, diz diretora. Estadão conteúdo, 2024. Disponível em: <https://economia.uol.com.br/noticias/estadao-conteudo/2024/09/06/bndes-vai-apoiar-segunda-onda-de-transicao-energetica-e-tera-linha-para-saf-diz-diretora.htm>. Acesso em: 10 mar. 2025.

ESTÚDIO EIXOS. Mercado de energia eólica vive crise inédita, diz Elbia Gannoum. Eixos, 2024a. Disponível em: <https://eixos.com.br/videos-e-podcasts/ao-vivo/mercado-de-energia-eolica-vive-crise-inedita-diz-elbia-gannoum/>. Acesso em: 27 fev. 2025.

ESTÚDIO EIXOS. Enquanto aguarda marco das eólicas offshore para investir, Petrobras amplia medição de ventos, diz Tolmasquim. Eixos, 2024b. Disponível em: <https://eixos.com.br/eolica/enquanto-aguarda-marco-das-eolicas-offshore-para-investir-petrobras-amplia-medicao-de-ventos-diz-tolmasquim/>. Acesso em: 30 mar. 2025.

ESTÚDIO EPBR. Brasil já perdeu a primeira onda do hidrogênio e da eólica offshore, diz Mauro Andrade. Epbr, 2023. Disponível em: <https://eixos.com.br/videos-e-podcasts/ao-vivo/brasil-ja-perdeu-a-primeira-onda-do-hidrogenio-e-da-eolica-offshore-diz-mauro-andrade/>. Acesso em: 30 mar. 2025.

EURONEWS. Europe's 'energy war' in data: How have EU imports changed since Russia's invasion of Ukraine?. Euronews, 2023a. Disponível em: <https://www.euronews.com/green/2023/02/24/europes-energy-war-in-data-how-have-eu-imports-changed-since-russias-invasion-of-ukraine>. Acesso em: 23 jan. 2025.

EURONEWS. 'Respect existence or expect resistance': Protests in Norway against wind farm on Sami land. Euronews Green, 2023b. Disponível em: <https://www.euronews.com/green/2023/06/02/respect-existence-or-expect-resistance-protests-in-norway-against-wind-farm-on-sami-land>. Acesso em: 20 fev. 2025.

EC - EUROPEAN COMMISSION. The EU transport sector and its contribution to reaching climate neutrality. EC website, s/d. Disponível em: https://climate.ec.europa.eu/eu-action/transport/overview_en#documentation. Acesso em: 26 jan. 2025.

EC - EUROPEAN COMMISSION. Green Paper. A European Strategy for Sustainable, Competitive and Secure Energy. Bruxelas, 2006. Disponível em: https://europa.eu/documents/comm/green_papers/pdf/com2006_105_en.pdf. Acesso em: 18 jan. 2025.

EC - EUROPEAN COMMISSION. A clean planet for all: A European strategic long-term vision for a prosperous, modern, competitive and climate neutral economy. Bruxelas, 2018. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52018DC0773>. Acesso em: 24 jan. 2025.

EC - EUROPEAN COMMISSION. A hydrogen strategy for a climate-neutral Europe. Bruxelas, 2020. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52020DC0301>. Acesso em: 18 out. 2024.

EC - EUROPEAN COMMISSION. EU-U.S. LNG TRADE U.S. liquefied natural gas (LNG) has the potential to help match EU gas needs. Bruxelas, 2022a. Disponível em: https://energy.ec.europa.eu/system/files/2022-02/EU-US_LNG%20trade_2022.pdf. Acesso em: 22 jan. 2024

EC - EUROPEAN COMMISSION. REPowerEU Plan. Bruxelas, 2022b. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2022%3A230%3AFIN&qid=1653033742483>. Acesso em: 11 nov. 2023.

EC - EUROPEAN COMMISSION. 'Fit for 55': delivering the EU's 2030 Climate Target on the way to climate neutrality. Bruxelas, 2021a. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX%3A52021DC0550>. Acesso em: 22 out. 2024.

EC - EUROPEAN COMMISSION. The Global Gateway. Bruxelas, 2021b. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52021JC0030>. Acesso em: 08 fev. 2025.

EC - EUROPEAN COMMISSION. On the European Hydrogen Bank. Bruxelas, 2023. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52023DC0156>. Acesso em: 03 fev. 2025.

EC - EUROPEAN COMMISSION. Global Gateway and the private sector. Directorate General for International Partnerships (DG INTPA), E3. Info-session for the Global Gateway Business Advisory Group, 2024a. Disponível em: https://www.spcr.cz/images/GG_Private_sector_-_Presentation_-_Final_-_20-02-24.pdf. Acesso em: 08 fev. 2025.

EC - EUROPEAN COMMISSION. Wcloud widget name: Global Gateway Initiatives map V7 - jan 2024. European Commission, 2024b. Disponível em: <https://europa.eu/assets/wcloud/widgets/202304/b6d05c30-e01d-11ed-8046-5576014d81c0/>. Acesso em: 14 fev. 2025.

EC - EUROPEAN COMMISSION. Carbon Border Adjustment Mechanism. s/d. Disponível em: https://taxation-customs.ec.europa.eu/carbon-border-adjustment-mechanism_en. Acesso em: 15 jan. 2024.

EUROPEAN COUNCIL. REPowerEU: política energética nos planos de recuperação e resiliência dos países da UE. s/d. Disponível em: <https://www.consilium.europa.eu/pt/policies/repowerEU/>. Acesso em: 19 out. 2024.

EUROPEAN COUNCIL. Paquete de medidas sobre el gas: el Consejo y el Parlamento alcanzan un acuerdo sobre el futuro mercado del hidrógeno y del gas. 2023. Disponível em: <https://www.consilium.europa.eu/es/press/press-releases/2023/12/08/gas-package-council-and-parliament-reach-deal-on-future-hydrogen-and-gas-market/>. Acesso em: 20 out. 2024.

EUROPEAN COURT OF AUDITORS. Renewable hydrogen-powered EU: auditors call for a reality check. Official website, 2024. Disponível em: <https://www.eca.europa.eu/en/news/NEWS-SR-2024-11>. Acesso em: 05 fev. 2025.

EUROPEAN HYDROGEN BACKBONE. The European Hydrogen Backbone (EHB) initiative. EHB website, 2024. Disponível em: <https://ehb.eu/>. Acesso em: 13 fev. 2025.

EUROPEAN HYDROGEN OBSERVATORY. Hydrogen Production. 2023. Disponível em: <https://observatory.clean-hydrogen.europa.eu/hydrogen-landscape/production-trade-and-cost/hydrogen-production>. Acesso em: 26 jan. 2025.

EUROPEAN PARLIAMENT. EU rules for renewable hydrogen Brussels, European Parliamentary Research Service, 2023. Disponível em: [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2023/747085/EPRS_BRI\(2023\)747085_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2023/747085/EPRS_BRI(2023)747085_EN.pdf). Acesso em: 03 abr. 2025.

EUROPEAN UNION. Directive 2009/28/EC. Bruxelas, 2009. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140:0016:0062:en:PDF>. Acesso em: 31 jan. 2025.

EUROPEAN UNION. Directive (EU) 2018/2001. Bruxelas: Official Journal of the European Union, 2018. Disponível em: 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. Acesso em: 11 mar. 2025.

EUROPEAN UNION. The European Green Deal. Bruxelas, 2019a. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52019DC0640>. Acesso em: 15 out. 2024.

EUROPEAN UNION. Regulamento Delegado (UE) 2019/807 da Comissão. Bruxelas: Jornal Oficial da União Europeia, 2019b. Disponível em: https://eur-lex.europa.eu/eli/reg_del/2019/807/oj?locale=pt. Acesso em: 11 mar. 2025.

EUROPEAN UNION. Regulation (EU) 2021/1119. Bruxelas, 2021. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32021R1119>. Acesso em: 20 out. 2024

EUROPEAN UNION. Commission Delegated Regulation (EU) 2023/1184 of 10 February 2023. Bruxelas, 2023a. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32023R1184&qid=1704969010792>. Acesso em: 30 jan. 2025.

EUROPEAN UNION. EU-Chile - Advanced Framework Agreement. EU External Action - The Diplomatic Service of the European Union, 2023b. Disponível em: https://www.eeas.europa.eu/eeas/eu-chile-advanced-framework-agreement_en. Acesso em: 09 fev. 2025.

EUROPEAN UNION. Regulamento (EU) 2023/1115. Bruxelas: Jornal Oficial da União Europeia, 2023c. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32023R1115>. Acesso em: 11 mar. 2025.

EUROPEAN UNION. Global Gateway Initiatives map V7 – jan 2024. European Union online widget. Disponível em: <https://europa.eu/assets/wcloud/widgets/202304/b6d05c30-e01d-11ed-8046-5576014d81c0/>. Acesso em: 13 mar. 2025.

EUROSTAT. Greenhouse gas emission statistics - emission inventories. 2024a. Disponível em: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Archive:Greenhouse_gas_emission_statistics_-_emission_inventories. Acesso em: 13 out. 2024.

EUROSTAT. EU imports in green energy products higher than exports. 2024b. Disponível em: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/w/ddn-20241014-1>. Acesso em: 22 jan. 2025.

EUROSTAT. Renewables take the lead in power generation in 2023. 2024c. Disponível em: <https://ec.europa.eu/eurostat/en/web/products-eurostat-news/w/ddn-20240627-1>. Acesso em: 22 jan. 2025.

EVWIND. Canada joins Global Offshore Wind Alliance. Evwind website, 2025. Disponível em: <https://www.evwind.es/2025/02/17/canada-joins-global-offshore-wind-alliance/104462>. Acesso em: 19 fev. 2025.

EVWIND. Who is behind the backlash against offshore wind in the US?. Evwind website, 2024. Disponível em: <https://www.evwind.es/2024/11/04/who-is-behind-the-backlash-against-offshore-wind-in-the-us/102246>. Acesso em: 20 fev. 2025.

EXNER, Ulrich; WETZEL, Daniel. Die große Angst vor der „Windindustrie-Wüste“. Welt, 2016. Disponível em: <https://www.welt.de/politik/deutschland/article152660500/Die-grosse-Angst-vor-der-Windindustrie-Wueste.html>. Acesso em: 20 fev. 2025.

EY. Renewable Energy Country Attractiveness Index (RECAI) 61. Disponível em: <https://www.ey.com/content/dam/ey-unified-site/ey-com/en-gl/insights/energy-resources/documents/ey-recai-61-report.pdf>. Acesso em: 17 jan. 2025.

FAIRBAIRN, M. *Fields of Gold: financing the global land rush*. Ithaca: Cornell Univ. Press, 2020.

FAIRHEAD, J.; LEACH, M.; SCOONES, I. Green Grabbing: a new appropriation of nature? *Journal of Peasant Studies*, v. 39, n. 02, abril 2012. pp. 237-261.

FANON, Frantz. *A Dying Colonialism*. New York, NY: Grove Press, 1965.

FANON, Frantz. Os condenados da terra. 1ª ed. Tradução Ligia Fonseca Ferreira, Regina Salgado Campos. Rio de Janeiro, RJ: Zahar, 2022.

FANTE, E. Grandes projetos eólicos e os riscos à sociobiodiversidade do extremo Sul do Brasil IN: Paim, E.; Furtado, F. (org). Em nome do clima. Mapeamento Crítico. Transição Energética e Financeirização da Natureza. São Paulo: Fundação Rosa Luxemburgo, 2024. Disponível em: <https://rosalux.org.br/wp-content/uploads/2024/03/Em-nome-do-clima-mapeamento-critico.pdf>. Acesso em: 16 mar. 2025.

FAO. Global Forest Resources Assessment 2010: main report. FAO(05)/F715/no.163. Roma, Itália: FAO, 2010. Disponível em: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/4f69bda1-f137-4291-a4b1-6cddcca04c5f/content>. Acesso em: 02 fev. 2025.

FAO. The State of the World's Forests 2024. Forest-sector innovations towards a more sustainable future. Roma, Itália: FAO, 2024. Disponível em: <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/cd1211en>. Acesso em: 05 fev. 2025.

FAO; IFAD; UNICEF; WFP; WHO. The State of Food Security and Nutrition in the World 2024 – Financing to end hunger, food insecurity and malnutrition in all its forms. FAO et al, 2024. Disponível em: <https://openknowledge.fao.org/items/18143951-4b0a-46d6-860b-0f8908745da1>. Acesso em: 05 nov. 2024.

FAUSTINO, Cris. Algumas notas sobre a importância de debater o Racismo Ambiental. Instituto Terramar, s/d. Disponível em: <https://acrobat.adobe.com/link/track?uri=urn%3Aaaid%3Ascds%3AUS%3A83e3b973-5897-4f09-8fb1-bb0acd74d39e&viewer%21megaVerb=group-discover>

FAUSTINO, C.; TUPINAMBÁ, S.V.; MEIRELLES, A. Impactos e Danos Socioambientais da Energia Eólica no Ambiente Marinho-Costeiro no Ceará. São Paulo: Instituto Terramar; Fundação Rosa Luxemburgo, 2023. Disponível em: <https://rosalux.org.br/impactos-e-danos-socioambientais-da-energia-eolica-no-ambiente-marinho-costeiro-no-ceara/>. Acesso em: 15 novembro de 2024.

FEITOSA, Gabriela. Ibama nega licença prévia para parque eólico em Caucaia após observar irregularidades no projeto. O Povo, 2020. Disponível em: <https://www.opovo.com.br/noticias/ceara/2020/08/07/ibama-nega-licenca-previa-para-parque-eolico-caucaia-irregularidades.html>. Acesso em: 18 mar. 2025.

FERNANDES, Leonardo. Empresas de agrotóxicos deixaram de pagar mais de R\$ 21 bilhões em impostos com renúncias fiscais até agosto. Brasília, DF: Brasil de Fato, 2024. Disponível em: <https://www.brasildefato.com.br/2024/11/26/empresas-de-agrotoxicos-deixaram-de-pagar-mais-de-r-21-bilhoes-em-impostos-com-renuncias-fiscais-ate-agosto/>. Acesso em: 31 mar. 2025.

FERNANDES, B.; FREDERICO, S.; PEREIRA, L.I. Acumulação pela renda da terra e disputas territoriais na fronteira agrícola brasileira. *Revista NERA*, v.22, n.47, p. 173-201, 2019.

FFO - FEDERAL FOREIGN OFFICE. Strategy on Climate Foreign Policy of the Government of the Federal Republic of Germany. The Federal Government, 2023. Disponível em: <https://www.auswaertiges-amt.de/resource/blob/2633116/a4e03e8283b9479559ef2dc3b741624a/kap-strategie-en-data.pdf>. Acesso em: 29 jan. 2025.

FIEB. Agenda ambiental provoca mudanças nas ações e prioridades do setor industrial. FIEB Notícias, 2024. Disponível em: <https://www.fieb.org.br/noticias/agenda-ambiental-provoca-mudancas-nas-acoes-e-prioridades-do-setor-industrial/>. Acesso em: 14 mar. 2025.

FIGURES, Tim; GILBERT, Marc; MCADOO, Michael; VOIGT, Nicole. The EU's Carbon Border Tax Will Redefine Global Value Chains. Boston Consulting Group. 2022. Disponível em: <https://www.bcg.com/publications/2021/eu-carbon-border-tax>. Acesso em: 25 out. 2024.

FILHOS DO VENTO - Energia Eólica e Impactos Socioambientais no Quilombo do Cumbe. Direção de Euziane Bastos e Rogério Bié. Youtube, 2025. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=hNjRzGMewbl&t=3932s>. Acesso em: 15 fev. 2025.

FINANCIAL TIMES. The competing theories of the Nord Stream explosions. 2024. Disponível em: <https://www.ft.com/content/120d3b78-68b4-4b42-9e65-c55e8fd77fd0>. Acesso em: 23 jan. 2025.

FIOCRUZ PE. Pesquisadores analisam impactos da “síndrome da turbina eólica”. Portal Fiocruz Pernambuco, 2025. Disponível em: <https://portal.fiocruz.br/noticia/2025/01/pesquisadores-analisam-impactos-da-sindrome-da-turbina-eolica>. Acesso em: 18 mar. 2025.

FIORI, José Luís. A crise energética, a Europa e a reviravolta russa. *Outras Palavras*, 18 jan. 2022. Disponível em: <https://outraspalavras.net/geopoliticaeguer/a-crise-energetica-aeuropa-e-a-reviravolta-russa/>. Acesso em: 11 nov. 2023.

FIORI, José Luís (org.). A Guerra, a Energia e o Novo Mapa do Poder Mundial. Petrópolis: Vozes Acadêmicas/INEEP, 2023.

FIRJAN. Transição e Integração Energética no Rio. Rio de Janeiro: FIRJAN; SENAI; SESI, 2024. Disponível em: https://www.firjan.com.br/data/files/C8/30/13/84/5DE21910682D1D09D8284EA8/2024_06_Transicao_Integracao_Energetica_Rio.pdf. Acesso em: 13 mar. 2025.

FISCHER, Finn. „Windkraft? Ja, aber bitte nicht direkt vor der Tür“. *Hamburguer Abendblatt*, 2017. Disponível em: <https://www.abendblatt.de/region/stormarn/article210105847/Windkraft-Ja-aber-bitte-nicht-direkt-vor-der-Tuer.html>. Acesso em: 20 fev. 2025.

FONSECA, Sabrina. Weverton diz que é “cedo” para analisar vetos das eólicas offshore. *Poder 360*, 2025. Disponível em: <https://www.poder360.com.br/poder-congresso/weverton-diz-que-e-cedo-para-analisar-vetos-das-eolicas-offshore/>. Acesso em: 05 abr. 2025.

FONTES, Virgínia. O Brasil e o capital imperialismo: Teoria e história. Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 2010.

FONTES, Virgínia. “O PT se engole para caber dentro da institucionalidade”. Entrevista com Virgínia Fontes. In: MANSUR, Isabel (org.). *Revolução Brasileira*. 1ª ed, Rio de Janeiro, RJ: Rubra, 2023.

FORASTIERO, Milagros; GUTIÉRREZ, Rodrigo; WESCHENFELDER, Franciele; ALMEIDA, Everton de; HERNANDEZ, Jesus C. Effects of Offshore Wind Farms: Environmental and Social Perspectives from Uruguay. *Environmental and Social Perspectives from Uruguay. Sustainability* 2024, 16, 9057. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/16/20/9057>. Acesso em: 20 fev. 2025.

FORBES. Breaking News. US Warns: 'Nord Stream 2 Will Not Move Forward' If Russia Invades Ukraine. Youtube, 2022. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=ild-PsPD_Uw&ab_channel=ForbesBreakingNews. Acesso em: 23 jan. 2025.

FOSTER, John Bellamy. The Financialization of Capitalism. Monthly Review, 2007. Disponível em: <https://monthlyreview.org/2007/04/01/the-financialization-of-capitalism/>. Acesso em: 22 jan. 2025.

FRANCE3. Eolien en mer: les pêcheurs du Tréport portent plainte à Bruxelles. France TV Info, 2020. Disponível em: <https://france3-regions.francetvinfo.fr/hauts-de-france/somme/eolien-mer-pecheurs-du-treport-portent-plainte-bruxelles-1663913.html>. Acesso em: 17 mar. 2025.

FREITAS, Frederico. O Hidrogênio Verde e Amarelo. Artigo de Opinião - FGV Energia, 2023. Disponível em: https://fgvenergia.fgv.br/sites/fgvenergia.fgv.br/files/o_hidrogenio_verde_e_amarelo_v1.pdf. Acesso em: 10 mar. 2025

FREITAS, Layza. Lei do Hidrogênio Verde está em vigor e representa um marco regulatório para o Piauí. Governo do Estado do Piauí, 2024a. Disponível em: <https://www.pi.gov.br/lei-do-hidrogenio-verde-esta-em-vigor-e-representa-um-marco-regulatorio-para-o-piaui/>. Acesso em: 14 mar. 2025

FREITAS, Layza. Planejamento de Hidrogênio Verde é iniciado em parceria com programa europeu H2Talent. Investe Piauí, 2024b. Disponível em: <https://investepiaui.com/planejamento-de-hidrogenio-verde-e-iniciado-em-parceria-com-programa-europeu-h2talent/>. Acesso em: 14 mar. 2025.

FREITAS, Hélien. Posicionamentos enviados para reportagem sobre eólicas offshore em Enxu Queimado. Repórter Brasil, 2024. Disponível em: <https://reporterbrasil.org.br/2024/09/posicionamentos-reportagem-eolicas-offshore-enxu-queimado/>. Acesso em: 19 mar. 2025.

FRENTE Nacional de Consumidores de Energia. PL das eólicas offshore pode ser aprovado com bando de jabutis que encarecem a conta de luz dos brasileiros em mais R\$ 28 bilhões por ano. Frente Nacional de Consumidores de Energia, 2023. Disponível em: <https://static.poder360.com.br/2023/11/frente-nacional-consumidores-energia-eolica-offshore.pdf>. Acesso em: 29 nov. 2023.

FRENTE Nacional de Consumidores de Energia. Carta Aberta aos Senhores (as). Frente Nacional de Consumidores de Energia, 2024. Disponível em: https://consumidoresdeenergia.org/wp-content/uploads/2024/10/Carta_FNCE_Alerta_risco-de- crise-energetica-associada-a-emissao-de-gases-de-efeito-estufa_29outubro2024.pdf. Acesso em: 05 abr. 2025.

FRESSOZ, Jean-Baptiste. Sans transition. Une nouvelle histoire de l'énergie. Paris: Gallimard, 2024.

FUNKE, Martha. Parque solar flutuante e usina eólica offshore avançam no país. São Paulo, SP: Valor Econômico, 2024. Disponível em: <https://valor.globo.com/publicacoes/especiais/mercado-livre-de-energia/noticia/2024/12/19/parque-solar-flutuante-e-usina-eolica-offshore-avancam-no-pais.ghtml>. Acesso em: 25 mar. 2025.

FURTADO, Fabrina. Em nome do clima: instituições e práticas na ambientalização das finanças no Brasil. Tese de Doutorado - Programa de Pós-Graduação em Planejamento

Regional da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <http://objdig.ufrj.br/42/teses/859376.pdf>.

FURTADO, Marcelo. Eólica Brasil defende Proinfa para eólica offshore. Brasil Energia, 2020. Disponível em: <https://brasilenergia.com.br/energia/eolica-brasil-defende-proinfa-para-eolica-offshore/>. Acesso em: 10 mar. 2025.

G1. Trump assina decreto para saída dos EUA do Acordo de Paris; veja impactos para o meio ambiente, 2025. Disponível em: <https://g1.globo.com/meio-ambiente/noticia/2025/01/20/trump-decreto-saida-dos-eua-acordo-de-paris-impactos-meio-ambiente.ghtml>. Acesso em: 21 jan. 2025.

GABOR, Daniela; SYLLA, Ndongo Samba. Derisking Developmentalism: A Tale of Green Hydrogen. *Development and Change*, 2023, vol. 54, issue 5, 1169-1196. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/dech.12779>. Acesso em: 03 fev. 2025

GABRIEL, João. Senado eleva potencial poluente do hidrogênio verde, em votação de 2 minutos sem debate. Brasília, DF: Folha de S. Paulo, 2024. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2024/07/senado-quase-dobra-potencial-poluente-do-hidrogenio-verde-em-votacao-de-2-minutos-sem-debate.shtml>. Acesso em: 03 abr. 2025.

GABRIEL, João; DELLA COLETTA, Ricardo. G20 vira palco de disputa entre Brasil e Europa por biocombustíveis. Folha de S. Paulo, 2024. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2024/04/g20-vira-palco-de-disputa-entre-brasil-e-europa-por-biocombustiveis.shtml>. Acesso em: 11 mar. 2025.

GABRIEL, João; MARCHESINI, Lucas. Eólica offshore no Brasil conflita com petróleo, internet, praias turísticas e de vida animal. Folha de S. Paulo, 2024. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2024/04/eolica-offshore-no-brasil-conflita-com-petroleo-internet-praias-turisticas-e-de-vida-animal.shtml>. Acesso em: 16 mar. 2025.

GALLAS, Daniel. Brasil será 'Arábia Saudita da energia verde' em 10 anos, diz Lula em Riad. BBC Brasil, 2023. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/articles/c4n7d2j8zk2o>. Acesso em: 16 mar. 2025.

GANAKA, Cristiane. A Transição Energética para além do debate combustíveis fósseis e fontes renováveis. Instituto Tricontinental, 2024. Disponível em: <https://thetricontinental.org/pt-pt/brasil/a-transicao-energetica-para-alem-do-debate-combustiveis-fosseis-e-fontes-renovaveis/>. Acesso em: 31 mar. 2025.

GARCIA, Gabriel. Bahia espera atrair R\$ 30 bi em investimentos estrangeiros para energia limpa. Brasília, DF: CNN, 2024a. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/politica/bahia-espera-atrair-r-30-bi-em-investimentos-estrangeiros-para-energia-limpa/>. Acesso em: 15 mar. 2025.

GARCIA, Gabriel. Hidrogênio Verde: setor espera lucro de R\$ 75 bilhões até 2030. Brasília, DF: CNN, 2024b. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/politica/hidrogenio-verde-setor-espera-lucro-de-r-75-bilhoes-ate-2030/#:~:text=Algo%20que%20afastava%20potenciais%20investidores,principais%20interessados%20s%C3%A3o%20os%20europeus..> Acesso em: 30 mar. 2025.

GARDNER, P. et al. Part I: TECHNOLOGY. In: *Wind Energy - The Facts*. EWEA/European Wind Energy Association. p. 29–152, 2009.

GASPAR, Malu. Jabuti que beneficia rei do gás troca de endereço e deve ser votado na Câmara nesta terça. O Globo, 2023. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/blogs/malu->

[gaspar/post/2023/11/jabuti-que-beneficia-rei-do-gas-troca-de-endereco-e-deve-ser-votado-na-camara-nesta-terca.ghml](#). Acesso em: 04 abr. 2025.

GAUDARDE, Gustavo. Senador tenta urgência para votação do PL das eólicas offshore. Portal Eixos, 2024. Disponível em: <https://eixos.com.br/politica/congresso/senador-tenta-urgencia-para-votacao-do-pl-das-eolicas-offshore/>. Acesso em: 05 abr. 2025.

GAZPROM. Nord Stream 2. 2021. Disponível em: <https://www.gazprom.com/projects/nord-stream2/>. Acesso em: 22 jan. 2025.

GEF. GEF Council provides \$1.4 billion boost for environmental action. GEF, 2023. Disponível em: <https://www.thegef.org/newsroom/press-releases/gef-council-provides-1-4-billion-boost-environmental-action>. Acesso em: 31 mar. 2025.

GEM - GLOBAL ENERGY MONITOR. Energy in the BRICS: cleaner energy to eclipse fossil fuels for half the world's population. GEM Report, 2024. Disponível em: <https://globalenergymonitor.org/wp-content/uploads/2024/10/GEM-BRICS-Oct2024.pdf>. Acesso em: 24 fev. 2025.

GERAQUE, Eduardo. Para liderar mercado de hidrogênio verde, Brasil tem de acelerar marco regulatório. Estadão, 2024. Disponível em: <https://www.estadao.com.br/economia/para-liderar-mercado-de-hidrogenio-verde-brasil-tem-de-acelerar-marco-regulatorio/>. Acesso em: 30 mar. 2025.

GERASIMCIKOVA, Alexandra; SIAL, Farwa. Who profits from the Global Gateway? The EU's new strategy for development cooperation. Eurodad, Counter Balance e Oxfam, 2024. Disponível em: <https://oi-files-d8-prod.s3.eu-west-2.amazonaws.com/s3fs-public/2024-10/Who%20Profits%20From%20The%20Global%20Gateway%20-%20Report%20Final.pdf>. Acesso em: 06 fev. 2025.

GERMAN HISTORY DOCS. Law for the Protection of Nature, 1935. Disponível em: <https://germanhistorydocs.org/en/nazi-germany-1933-1945/law-for-the-protection-of-nature-1935>. Acesso em: 17 jan. 2025.

GFI - Global Financial Integrity. New Report on Unrecorded Capital Flight Finds Developing Countries are Net-Creditors to the Rest of the World. GFI, 2016. Disponível em: <https://gfintegrity.org/press-release/new-report-on-unrecorded-capital-flight-finds-developing-countries-are-net-creditors-to-the-rest-of-the-world/>. Acesso em: 11 fev. 2025.

GFR. Forest Pulse: The Latest on the World's Forests. 2024, WRI. Disponível em: <https://gfr.wri.org/latest-analysis-deforestation-trends>. Acesso em: 05 fev. 2025.

GIZ - Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit. Iniciativas alemãs de tecnologias do clima: Promoção de tecnologias de biogás para proteção ao clima no Brasil. GIZ, 2013. Disponível em: <https://www.giz.de/en/worldwide/40085.html>. Acesso em: 08 mar. 2025.

GIZ - Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit. ProQR – Promovendo Combustíveis Alternativos sem Impactos Climáticos. GIZ, 2017. Disponível em: <https://www.giz.de/en/worldwide/68382.html>. Acesso em: 10 mar. 2025.

GIZ - Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit. Tecnologias de Armazenamento de Energia. GIZ, 2021a. Disponível em: [https://www.giz.de/en/downloads/Tecnologias_De_Armazenamento_BMZ_2017.2217.2_PT%20\(1\).pdf](https://www.giz.de/en/downloads/Tecnologias_De_Armazenamento_BMZ_2017.2217.2_PT%20(1).pdf). Acesso em: 28 fev. 2025.

GIZ - Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit. Mapeamento do Setor de Hidrogênio Brasileiro: Panorama Atual e Potenciais para o Hidrogênio Verde. Brasília, DF: GIZ, 2021b. Disponível em:

https://energypartnership.com.br/fileadmin/brazil/media_elements/Mapeamento_H2_-_Diagramado_-_V2g.pdf. Acesso em: 22 mar. 2025.

GIZ - Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit. Private sector cooperation under the EU Global Gateway - A high-level discussion, 2022a. Disponível em: <https://www.giz.de/en/worldwide/116900.html>. Acesso em: 14 fev. 2025.

GIZ - Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit. Parceria Energética Brasil-Alemanha. GIZ, 2022b. Disponível em: https://www.giz.de/en/downloads/Parcerias%20Energ%c3%a9ticas_BMWK_01_2022_P_T.pdf. Acesso em: 22 mar. 2025.

GIZ - Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit. Parceria Energética Brasil-Alemanha. GIZ, 2022c. Disponível em: <https://www.giz.de/en/worldwide/72256.html>. Acesso em: 22 mar. 2025.

GIZ - Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit. H2 Brasil. GIZ, 2023. Disponível em: <https://www.giz.de/en/downloads/giz-2023-pt-Brasil-BMZ.pdf>. Acesso em: 28 fev. 2025.

GIZ - Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit. Promoting Joint European Action in Development Cooperation, 2024. Disponível em: https://www.giz.de/en/downloads_els/giz-2024-en-promoting-joint-european-action.pdf. Acesso em: 14 fev. 2025.

GIZ - Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit. Project data - Worldwide. GIZ website, 2025. Disponível em: <https://www.giz.de/projektdaten/region/-/1/countries/>. Acesso em: 14 fev. 2025.

GIZ - Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit. Core competence. GIZ website, s/d. Disponível em: <https://www.giz.de/en/ourservices/270.html>. Acesso em: 14 fev. 2025.

GNBLAW - GASPARINI NOGUEIRA DE LIMA BARBOSA ADVOGADOS. A pauta da Associação Brasileira de Hidrogênio e Amônia Verdes para desenvolver negócios no país. GNBLAW website, 2023. Disponível em: <https://www.gnblaw.com.br/a-pauta-da-associacao-brasileira-de-hidrogenio-e-amonia-verdes-para-desenvolver-negocios-no-pais/>. Acesso em: 20 mar. 2025.

GROOM, Nichola; JACKSON, Lewis. Insight: Offshore wind opponents in Australia, Europe lean on US groups for advice. Reuters, 2024. Disponível em: <https://www.reuters.com/business/energy/offshore-wind-opponents-australia-europe-lean-us-groups-advice-2024-09-23/>. Acesso em: 20 fev. 2025.

GODEC, M.; KOPERNA, G.; PETRUSAK; R. OUDINOT, A. Potential for enhanced gas recovery and CO2 storage in the Marcellus Shale in the Eastern United States. International Journal of Coal Geology, 118 (2013), pp. 95-104, 10.1016/j.coal.2013.05.007. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0166516213001377>. Acesso em: 22 jan. 2025.

GOETHE, Paulo; ÍTALO, Fernando. Pecém e Sines avançam na criação de “corredor de H2V” entre CE e Portugal. Movimento Econômico, 2024. Disponível em: <https://movimentoeconomico.com.br/economia/portos/2024/07/01/pecem-e-sines-avancam-na-criacao-de-corredor-de-h2v-entre-ce-e-portugal/>. Acesso em: 13 mar. 2025.

GOIÁS. Lei nº 21.767, de 2 de janeiro de 2023. Institui a Política Estadual do Hidrogênio Verde e dá outras providências. Disponível em: https://legisla.casacivil.go.gov.br/pesquisa_legislacao/106598/lei-21767. Acesso em: 15 mar. 2025.

GOLDTHAU, Andreas C.; YOUNGS, Richard. The EU Energy Crisis and a New Geopolitics of Climate Transition. *JCMS Journal of Common Market Studies*, set. 2023. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/373555094_The_EU_Energy_Crisis_and_a_New_Geopolitics_of_Climate_Transition. Acesso em: 11 nov. 2023.

GOMES, Fátima. Planta de geração de hidrogênio verde é inaugurada por FURNAS em Itumbiara (MG). Eletrobras Furnas, 2021. Disponível em: <https://www.furnas.com.br/noticia/103/noticias/1759/planta-de-geracao-de-hidrogenio-verde-e-inaugurada-por-furna#:~:text=Na%20tarde%20desta%20quarta%2Dfeira,de%20gera%C3%A7%C3%A3o%20de%20hidrog%C3%AAnio%20verde>. Acesso em: 15 mar. 2025.

GONÇALVES, Rafaela. Brasil pode perder o timing da transição energética, diz executivo da Vestas. Correio Braziliense, 2023. Disponível em: <https://www.correiobraziliense.com.br/economia/2023/11/6654168-transicao-energetica-brasil-pode-perder-o-timing-diz-vestas.html> Acesso em: 30 mar. 2025.

GONÇALVES, Dorival Junior “Reformas na Indústria Elétrica Brasileira: A Disputa pelas ‘Fontes’ e o Controle dos Excedentes” (São Paulo) 2007 416 p – xv p 29,7cm (EPUSP- FEA- IEE-IF/USP, Dr., PIPGE,2007) Tese (Doutorado) Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia da Universidade de São Paulo. Disponível em: https://mab.org.br/wp-content/uploads/2020/06/tese_dorival.pdf. Acesso em: 02 fev. 2025.

GORAYEB, Adryane; MESQUITA, Romullo Diogo Pereira; AQUINO, Thiago Silva De; SILVA, Regina Balbino da; SILVA, Giovanna de Castro. Análise multicritério de parques eólicos onshore e offshore no Ceará: em foco as comunidades tradicionais litorâneas. *Revista Mutirão. Folhetim de Geografias Agrárias do Sul*, [S. l.], v. 3, n. 2, p. 32–59, 2022. DOI: 10.51359/2675-3472.2022.253079. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/mutiro/article/view/253079/42056>. Acesso em: 1 ago. 2024.

GOVERNO BRASILEIRO. Brasil é referência no campo da energia limpa e renovável. *Gov.br*, 18 out. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/noticias/energia-minerais-e-combustiveis/2021/10/brasil-e-referencia-no-campo-da-energia-limpa-e-renovavel>. Acesso em: 11 nov. 2023.

GOVERNO BRASILEIRO. “Novo PAC – Transição e segurança energética”, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/casacivil/pt-br/novopac/transicao-e-seguranca-energetica>. Acesso em: 8 dez. 2023.

GOVERNO DO PIAUÍ. Piauí lança maior projeto de hidrogênio verde do mundo, com investimentos de R\$ 200 bilhões, na sexta (15). Redação de Comunicação do Governo do Piauí, 2023. Disponível em: <https://www.pi.gov.br/piaui-lanca-maior-projeto-de-hidrogenio-verde-do-mundo-com-investimentos-de-rdollar-200-bilhoes-na-sexta-15/>.

GOWA - GLOBAL OFFSHORE WIND ALLIANCE. Global Offshore Wind Alliance Call to Action. Danish Ministry of Climate, Energy and Utilities, GWEC e Irena, 2022. Disponível em: <https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/GOWA/Global-Offshore-Wind-Alliance---Call-for-Action.pdf>. Acesso em: 19 fev. 2025.

GRIBEL, Alvaro. Setor elétrico é o setor da ‘meia-entrada’: todos brigam por privilégios, mas no final ninguém ganha. *Estadão*, 2024. Disponível em:

<https://www.estadao.com.br/economia/alvaro-gribel/setor-eletrico-meia-entrada-briga-privilegios/>. Acesso em: 04 abr. 2025.

GUIMARÃES, Bruna Silveira. O licenciamento ambiental de empreendimentos eólicos offshore: histórico mundial e diretrizes para o Brasil. Dissertação de Mestrado - UFRJ/ COPPE/ Programa de Planejamento Energético, 2020.

GUIMARÃES, Yanna. Complexo do Pecém firma contrato com Casa dos Ventos para fornecimento de energia limpa certificada para o porto. ASCOM CIPP, 2024. Disponível em: <https://www.ceara.gov.br/2024/10/04/complexo-do-pecem-firma-contrato-com-casa-dos-ventos-para-fornecimento-de-energia-limpa-certificada-para-o-porto/>. Acesso em: 13 mar. 2025.

GWEC - GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL. Global wind report: annual market update, 2005. GWEC, 2006. Disponível em: http://gwec.net/wp-content/uploads/2012/06/gwec-2006_final_01.pdf. Acesso em: 23 jul. 2023.

GWEC - GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL (GWEC). Global wind statistics 2017. GWEC, 2018. Disponível em: http://gwec.net/wp-content/uploads/vip/GWEC_PRs-tats2017_EN-003_FINAL.pdf. Acesso em: 23 jul. 2023

GWEC - GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL. Global Wind Report 2018. GWEC, 2019. Disponível em: ><https://gwec.net/wp-content/uploads/2019/04/GWEC-Global-Wind-Report-2018.pdf><. Acesso em: 23 jul. 2023.

GWEC - GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL. Global wind report: annual market update, 2006. GWEC, 2007. 56 p. Disponível em: http://gwec.net/wp-content/uploads/2012/06/gwec-2006_final_01.pdf. Acesso em: 23 nov 2023.

GWEC - GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL. Global Wind Report 2019. GWEC, 2019. Disponível em: <https://26973329.fs1.hubspotusercontent-eu1.net/hubfs/26973329/GWR19.pdf>. Acesso em: 23 jul. 2023.

GWEC - GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL. Global Wind Report 2023. GWEC, 2023. Disponível em: <https://www.gwec.net/reports/globalwindreport/2023#DownloadWindReport2023>. Acesso em: 18 fev. 2025.

GWEC - GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL. Global Wind Report 2024. GWEC, 2024a. Disponível em: https://26973329.fs1.hubspotusercontent-eu1.net/hubfs/26973329/2.%20Reports/Global%20Wind%20Report/GWR24.pdf?_hstc=45859835.a9732676c260e0896d660119c14f359c.1739915958708.1739915958708.1739944369203.2&_hssc=45859835.5.1739944369203&_hsfp=1434907676. Acesso em: 18 fev. 2025

GWEC - GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL. Global Offshore Wind Report 2024. GWEC, 2024b. Disponível em: https://26973329.fs1.hubspotusercontent-eu1.net/hubfs/26973329/2.%20Reports/Global%20Offshore%20Wind%20Report/GOWR24.pdf?_hstc=45859835.a9732676c260e0896d660119c14f359c.1739915958708.1739915958708.1739944369203.2&_hssc=45859835.4.1739944369203&_hsfp=1434907676. Acesso em: 18 fev. 2025

GWEC - GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL. Meet the team: about Elbia. GWEC website. Disponível em: <https://www.gwec.net/meet-the-team/elbia-gannoum>. Acesso em: 08 mar. 2025.

HACIOĞLU, Burak. The dynamics and consequences of Germany's green economy policies: an overview and critique. In: EROL, Abdullah (Ed.). Sustainability, Policy, and Global Impact: A Comparative Analysis. Istanbul: Istanbul University Press, 2024. p. 139-153. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Abdullah-Erol/publication/379418705_Sustainability_Policy_and_Global_Impact_A_Comperative_Analysis/links/661d4ad843f8df018d0e3fb2/Sustainability-Policy-and-Global-Impact-A-Comperative-Analysis.pdf. Acesso em: 17 jan. 2025.

HAFFNER, J. A.; REIS, G. F. C. A transição energética e a ascensão político-econômica da China no século XXI: uma análise através da teoria dos ciclos sistêmicos de acumulação. *Conjuntura Austral*, Porto Alegre (RS), v. 14, n. 67, p. 31–43, 2023. DOI: 10.22456/2178-8839.132621. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/ConjunturaAustral/article/view/132621>. Acesso em: 21 jan. 2025.

HAFNER, Mandred; RAIMONDI, Pier Paolo. Priorities and Challenges of the EU Energy Transition: From the European Green Package to the New Green Deal. *Russian Journal of Economics*, v. 6, n. 4, p. 374-89, dez. 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/347862695_Priorities_and_challenges_of_the_EU_energy_transition_From_the_European_Green_Package_to_the_new_Green_Deal. Acesso em: 11 nov. 2023.

HAGGET, Claire. Understanding public responses to offshore wind power. *Energy Policy*, 2011. 39(2), 503–510. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/227415469_Understanding_public_responses_to_offshore_wind_power. Acesso em: 20 fev. 2025.

HAIKOLA, Simon; ANSHELM, Jonas; NISKANEN, Johan. Beyond the backyard: Scaling up of resistance to wind power in Sweden. *Environmental Challenges* Volume 16, August 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.envc.2024.100987>. Acesso em: 20 fev. 2025.

HALL, Siobhan. Germany asks EC to delay green hydrogen additionality rules. *Montel News*, 2024. Disponível em: <https://montelnews.com/news/fde93b48-1737-4602-8013-e06be5a0948d/germany-asks-ec-to-delay-green-hydrogen-additionality-rules>. Acesso em: 31 jan. 2025.

HANSEN, Holger; RINKE, Andreas. Germany Expects Higher Income from CO₂ Levy in 2024 – draft. *Reuters*, 8 ago. 2023. Disponível em: <https://www.reuters.com/sustainability/climate-energy/germany-expects-higher-income-co2-levy-2024-draft-2023-08-08/>. Acesso em: 11 nov. 2023.

HARCOURT, Sara; RIVERA, Jorge; MCNAIR, David. Net finance flows to developing countries turned negative in 2023. *One*, 2024. Disponível em: <https://data.one.org/data-dives/net-finance-flows-to-developing-countries/#fn2>. Acesso: 11 fev. 2025.

HARVEY, D. O “Novo” Imperialismo: acumulação por espoliação. *Socialist Register*, 2004.

HARVEY, Fiona. ‘Massive disinformation campaign’ is slowing global transition to green energy. *The Guardian*, 2024. Disponível em: <https://www.theguardian.com/environment/article/2024/aug/08/fossil-fuel-industry-using-disinformation-campaign-to-slow-green-transition-says-un>. Acesso em: 23 jan. 2025.

HERNANDEZ, Melanie; ROEHRKASTEN, Sybille. A cooperação alemã para o desenvolvimento: contexto institucional e prioridades políticas. *Rev. Tempo do Mundo*, 3 (3): 155-195, 2011. Disponível em:

https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/6231/1/RTM_v3_n3_Coopera%C3%A7%C3%A3o.pdf. Acesso em: 14 fev. 2025.

HERSH, Seymour. Os EUA explodiram os gasodutos Nord Stream 2. Outras Palavras, 2023. Disponível em: <https://outraspalavras.net/geopoliticaeguerre/eua-explodiram-os-gasodutos-nord-stream/>. Acesso em: 11 nov. 2023.

HICKEL, Jason; DORNINGER, Christian; WIELAND, Hanspeter; SUWANDI, Intan. Imperialist appropriation in the world economy: Drain from the global South through unequal exchange, 1990–2015. *Global Environmental Change* Volume 73, March 2022, 102467. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S095937802200005X?ref=pdf_download&fr=RR-2&rr=9100e02b8bf7cb4d. Acesso em: 20 fev. 2025.

HIRSCH, Joaquim. Teoria materialista do Estado: processos de transformação do sistema capitalista de Estados. Trad. Luciano Cavini Martorano. Rio de Janeiro: Revan, 2010.

HYDROGEN COUNCIL. Charting the Course: 2nd High-Level Roundtable of the International Hydrogen Trade Forum and the Hydrogen Council. Hydrogen Council, 2024. Disponível em: <https://hydrogencouncil.com/en/charting-the-course-2nd-high-level-roundtable-of-the-international-hydrogen-trade-forum-and-the-hydrogen-council/>

HYDROGEN COUNCIL; MCKINSEY. Hydrogen Insights 2024. September 2024. Disponível em: <https://hydrogencouncil.com/en/hydrogen-insights-2024/>. Acesso em: 05 fev. 2025.

H2BA - GREEN HYDROGEN BUSINESS ALLIANCE. Green Hydrogen Business Alliance Factsheet, 2024. Disponível em: https://green-hydrogen-business-alliance.de/wp-content/uploads/2024/08/H2A-Factsheet_GB_barrierefrei.pdf. Acesso em: 14 fev. 2025.

H2-DIPLO. More About H2-diplo. H2-Diplo website, 2024. Disponível em: <https://h2diplo.de/more-about-h2-diplo/#>. Acesso em: 14 fev. 2025.

H2GLOBAL. The H2Global mechanism. H2Global Stiftung website, s/d. Disponível em: <https://www.h2-global.org/the-h2global-instrument>. Acesso em: 12 fev. 2025.

H2GLOBAL. The clean fuels and derivatives market maker shaping the energy transition. Fact Sheet, January 2025. Disponível: <https://cdn.sanity.io/files/3vgl6r6g/production/2f58aed16d479392b784d83eeec03be0764a6799.pdf>. Acesso em: 12 fev. 2025.

IASI, Mauro. “A opção do PT foi de ampliar as alianças e rebaixar o programa no limite de democratizar a ordem burguesa, sem questionar seus fundamentos. Entrevista com Mauro Iasi. In: MANSUR, Isabel (org.). *Revolução Brasileira*. 1ª ed, Rio de Janeiro, RJ: Rubra, 2023.

IATA - International Air Transport Association. 2022 SAF Production Increases 200% - More Incentives Needed to Reach Net Zero, International Air Transport Association. 2022. Disponível em: www.iata.org/en/pressroom/2022-releases/2022-12-07-01/. Acesso em: 26 jan. 2025.

IBAMA - INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. Estatística da pesca 2007 Brasil: grandes regiões e unidades da federação. Brasília, DF: Ibama, 2009. Disponível em: <https://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/livros/estatisticadepescadigital.pdf>. Acesso em: 19 mar. 2025.

IBAMA - INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. Mapa situa projetos de complexos eólicos *offshore* licenciados pelo Ibama. gov.br, 19 jan. 2024. Disponível em: https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/laf/consultas/arquivos/20240129_Mapa_eolicas_offshore_Ibama.pdf. Acesso em: 20 de fev. 2024

IDEC. Posicionamento do Idec sobre PL das eólicas offshore. Idec, 2024. Disponível em: <https://idec.org.br/release/posicionamento-do-idec-sobre-pl-das-eolicas-offshore>. Acesso em: 05 abr. 2025.

IEA - International Energy Agency. World - Natural gas supply. s/d. Disponível em: <https://www.iea.org/world/natural-gas>. Acesso em: 22 jan. 2025.

IEA - International energy agency. Energy technology perspectives; 2010 [sources and strategies to 2050]. p. 388. Disponível em: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/04776631-ea93-4fea-b56d-2db821bdad10/etp2010.pdf>. Acesso em: 21 jan. 2025.

IEA – International Energy Agency. The Future of Hydrogen. Seizing today’s opportunities. Report prepared by the IEA for the G20, Japan. 2019. Disponível em: https://iea.blob.core.windows.net/assets/9e3a3493-b9a6-4b7d-b499-7ca48e357561/The_Future_of_Hydrogen.pdf

IEA - International Energy Agency. Biofuel production by country/region and fuel type, 2016-2022. IEA, 2022. Disponível em: <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/biofuel-production-by-country-region-and-fuel-type-2016-2022>. Acesso em: 11 mar. 2025.

IEA - International Energy Agency. Global Hydrogen Review 2024. IEA, Paris, 2024a. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/global-hydrogen-review-2024>. Acesso em: 21 jan. 2024.

IEA - International Energy Agency. “Chemicals”, International Energy Agency Website. 2024b. Disponível em: <https://www.iea.org/energy-system/industry/chemicals>. Acesso em: 26 jan. 2025.

IEA - International Energy Agency. World Energy Outlook 2024. IEA, Paris, 2024c. Disponível em: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/140a0470-5b90-4922-a0e9-838b3ac6918c/WorldEnergyOutlook2024.pdf>. Acesso em: 19 fev. 2025.

IEMA. 3º Inventário de Emissões Atmosféricas em Usinas Termelétricas – Ano-base 2022: Geração de eletricidade, emissões e lista de empresas proprietárias das termelétricas a combustíveis fósseis do Sistema Interligado Nacional. Iema, 2023. Disponível em: <https://energiaambiente.org.br/wp-content/uploads/2023/10/3-inventario-ute-iema-2023.pdf>. Acesso em: 05 abr. 2025.

IHU – INSTITUTO HUMANITAS UNISINOS. De olho em 211 votos do agronegócio, Temer avança na agenda ambiental. IHU; Adital, 2017. Disponível em: <https://ihu.unisinos.br/sobre-o-ihu/186-noticias/noticias-2017/569906-de-olho-em-211-votos-do-agronegocio-temer-avanca-na-agenda-ambiental>. Acesso em: 31 mar. 2025.

IKI - INTERNATIONAL CLIMATE INITIATIVE. The International Climate Initiative (IKI). IKI website, 2024. Disponível em: <https://www.international-climate-initiative.com/en/about-iki/>. Acesso em: 14 fev. 2025

INSTITUTO TERRAMAR. Hidrogênio – um portador de energia limpa? Fortaleza: Terramar, 2021. Disponível em: <<https://terramar.org.br/2021/06/11/novas-propostas-para>

a-matriz-energetica-brasileira-se-amparam-na-reproducao-de-danos-ambientais-e-violacoes-de-direitos/>. Acesso em 17 mar. 2025.

INSTITUTO TOTUM. Benchmarking I-REC e REC Brazil. Novembro/2019. Instituto Totum; Abeeólica; Abragel, 2020. Disponível em: <https://institutototum.com.br/wp-content/uploads/2024/07/Benchmarking-2019.pdf>. Acesso em: 28 mar. 2025.

INSTITUTO TOTUM. Benchmarking I-REC e REC Brazil 2020. Abeeólica; Abragel, 2021. Disponível em: <https://institutototum.com.br/wp-content/uploads/2024/07/Benchmarking-2020.pdf>. Acesso em: 28 mar. 2025.

INSTITUTO TOTUM. Benchmarking I-REC e REC Brazil 2021. Abeeólica; Abragel, 2022. Disponível em: <https://institutototum.com.br/wp-content/uploads/2024/07/Benchmarking-2021.pdf>. Acesso em: 28 mar. 2025.

INSTITUTO TOTUM. Benchmarking I-REC e REC Brazil 2022. Instituto Totum; I-REC; Abeeólica; Abragel; PCH. Disponível em: <https://institutototum.com.br/wp-content/uploads/2024/07/Benchmarking-2022.pdf>. Acesso em: 28 mar. 2025.

INSTITUTO TOTUM. Benchmarking I-REC e REC Brazil 2023. Instituto Totum; I-REC; Abeeólica; Abragel; PCH, 2024. Disponível em: <https://institutototum.com.br/wp-content/uploads/2024/07/Benchmarking-2023.pdf>. Acesso em: 28 mar. 2025.

INVESTMINAS. Governo de Minas, Unifei e grupo chinês assinam termo para cooperação no uso de tecnologias ligadas ao hidrogênio verde. InvestMinas, 2024. Disponível em: <https://investminas.mg.gov.br/2024/11/11/governo-mg-e-ftxt-vao-usar-hidrogenio-verde/>. Acesso em: 14 mar. 2025.

INVESTSP. SP quer ampliar relações com a Alemanha para acelerar a transição energética no Estado. InvestSP, 2024. Disponível em: <https://www.investe.sp.gov.br/noticia/sp-quer-ampliar-relacoes-com-a-alemanha-para-acelerar-a-transicao-energetica-no-estado/>. Acesso em: 14 mar. 2025.

IRAJÁ, Victor; DURAN, Pedro. Após falência e prisão, Eike Batista conta à CNN sua nova aposta de investimento. São Paulo, SP: CNN, 2024. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/economia/negocios/apos-falencia-e-prisao-eike-batista-counta-a-cnn-sua-nova-aposta-de-investimento/>. Acesso em: 11 mar. 2025.

IRENA - INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY. Power costs 2018. Abu Dhabi: IRENA, 2018. Disponível em: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/Jan/IRENA_2017_Power_Costs_2018.pdf. Acesso em: 21 jan. 2025.

IRENA - INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY. Renewable capacity statistics 2019. International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi, 2019a

IRENA - INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY. The future of hydrogen: seizing today's opportunities. 2019b. Disponível em: https://iea.blob.core.windows.net/assets/9e3a3493-b9a6-4b7d-b499-7ca48e357561/The_Future_of_Hydrogen.pdf. Acesso em: 25 jan. 2025.

IRENA - INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY. Future of wind: deployment, investment, technology, grid integration and socio-economic aspects. Abu Dhabi, 2019. Disponível em: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/Oct/IRENA_Future_of_wind_2019.pdf. Acesso em: 16 fev. 2025.

IRENA - INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY. Green hydrogen: a guide to policy making. Abu Dhabi, 2020a. Disponível em: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2020/Nov/IRENA_Green_hydrogen_policy_2020.pdf. Acesso em: 30 jan. 2025.

IRENA - INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY. Fostering a blue economy: offshore renewable energy. Abu Dhabi, 2020b. Disponível em: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2020/Dec/IRENA_Fostering_Blue_Economy_2020.pdf. Acesso em: 15 fev. 2025.

IRENA - INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY. Making the breakthrough - Green hydrogen policies and technology costs. Abu Dhabi, 2021. Disponível em: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2020/Nov/IRENA_Green_Hydrogen_breakthrough_2021.pdf. Acesso em: 04 fev. 2025.

IRENA - INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY. Accelerating hydrogen deployment in the G7: recommendations for the Hydrogen Action Pact. Irena, 2022. Disponível em: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2022/Nov/IRENA_Hydrogen_deployment_G7_2022.pdf. Acesso em: 29 jan. 2025.

IRENA - INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY. Tracking Clean Energy Progress 2023. 2023a. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/tracking-clean-energy-progress-2023>. Acesso em: 26 jan. 2025.

IRENA - INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY. Offshore wind energy: Patent insight report. 2023b. Disponível em: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2023/Nov/EPO_IRENA_Offshore_wind_patent_insight_report_2023.pdf?rev=9b43c498b21f4fe892f13cf6527ddc36

IRENA - INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY. Green hydrogen strategy: a guide to design. 2024a. Disponível em: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2024/Jul/IRENA_Green_hydrogen_strategy_design_2024.pdf. Acesso em: 25 jan. 2025.

IRENA - INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY. Decarbonising hard-to-abate sector with renewables: Perspectives for the G7. 2024b. Disponível em: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2024/Apr/IRENA_G7_Decarbonising_hard_to_abate_sectors_2024.pdf. Acesso em: 26 jan. 2025.

IRENA - INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY. Country rankings - top 10 countries/areas. Irena, 2024c. Disponível em: <https://www.irena.org/Data/View-data-by-topic/Capacity-and-Generation/Country-Rankings>. Acesso em: 22 fev. 2025.

IRENA – INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY. Floating offshore wind outlook. Abu Dhabi, 2024d. Disponível em: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2024/Jul/IRENA_G7_Floating_offshore_wind_outlook_2024.pdf. Acesso em: 19 mar. 2025.

IRENA - INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY. Global Offshore Wind Alliance (GOWA). Irena website, s/d. Disponível em: <https://www.irena.org/Energy-Transition/Partnerships/GOWA>. Acesso em: 19 fev. 2025.

ISO - INTERNATIONAL STANDARDIZATION ORGANIZATION. ISO/TS 19870:2023(en) Hydrogen technologies - Methodology for determining the greenhouse gas emissions associated with the production, conditioning and transport of hydrogen to consumption gate (sample). Disponível em: <https://www.iso.org/obp/ui/en/#iso:std:65628:en>. Acesso em: 13 fev. 2025.

ÍTALO, Fernando. Crise das eólicas: após 2,5 mil demissões, setor pede socorro. Movimento Econômico, 2024a. Disponível em: <https://movimentoeconomico.com.br/serie-de-reportagem/2024/06/28/crise-das-eolicas/>. Acesso em: 27 fev. 2025.

ÍTALO, Fernando. H2V no Ceará avança: 3 empresas já têm EIA RIMA. Movimento Econômico, 2024b. Disponível em: <https://movimentoeconomico.com.br/economia/energia/2024/06/06/h2v-no-ceara/>. Acesso em: 13 mar. 2025.

JCR – Joint Research Centre. GHG emissions of all world countries. Luxemburgo: União Europeia, 2024. Disponível em: https://edgar.jrc.ec.europa.eu/booklet/GHG_emissions_of_all_world_countries_booklet_2024report.pdf. Acesso em: 31 mar. 2025.

JGB – JORNAL GRANDE BAHIA. Bahia se consolida como líder nacional no setor de Hidrogênio Verde. Redação Jornal Grande Bahia, 2024. Disponível em: <https://jornalgrandebahia.com.br/2024/11/bahia-se-consolida-como-lider-nacional-no-setor-de-hidrogenio-verde/>. Acesso em: 15 mar. 2025.

JORGE, A. A.; COSTA, B. G.; BORGES, G. A. B. Criação e reestruturação de ministérios no Governo Lula: uma análise a partir das lutas camponesa, indígena e ambiental. Revista Geografia em Atos, Presidente Prudente, Presidente Prudente, v. 7, n. 1, e023014. e-ISSN: 1984- 1647. DOI: <https://doi.org/10.35416/2023.9899>

KEIZJER, Niels; OLIVIÉ, Iliana; O’SHEA, María Santillán. Working better together? A comparative assessment of five Team Europe Initiatives. Elcano Policy Paper. IDOS (German Institute of Development and Sustainability) e Real Instituto, Novembro de 2023. Disponível em: <https://media.realinstitutoelcano.org/wp-content/uploads/2023/11/policy-paper-working-better-together-a-comparative-assessment-of-five-team-europe-initiatives.pdf>. Acesso em: 07 fev. 2025.

KLEIN, Jefferson. CRM estende contrato de carvão para Candiota 3 até 28 de fevereiro. Ato em defesa da continuidade da usina foi realizado nesta segunda-feira (6). Arayara, 2025. Disponível em: <https://arayara.org/crm-estende-contrato-de-carvao-para-candiota-3/>. Acesso em: 05 abr. 2025.

KOCHANЕК, Ewelina. Energy Lobbying in the Decision-Making Process of the European Union. Studia Europejskie – Studies in European Affairs, 1/2024. Disponível em: <https://journalse.com/pliki/pw/1-2024-Kochanek.pdf>. Acesso em: 16 jan. 2025.

KOOP, Fermín. COP27: Lula recoloca Brasil em debate climático internacional. Dialogue Earth, 2022. Disponível em: <https://dialogue.earth/pt-br/clima/60757-top-of-the-cops-rockstar-lula-puts-brazil-back-on-climate-stage-at-cop27/>. Acesso em: 31 mar. 2025.

KOPENAWA, Davi; ALBERT, Bruce. A Queda do Céu: palavras de um Xamã Yanomami. 1ª ed. 12ª reimpressão. São Paulo, SP: Companhia das Letras, 2020

KRENAK, Ailton. Ideias para adiar o fim do mundo. 1ª ed São Paulo, SP: Companhia das Letras, 2019.

KRISHNAN; Deepak Sriram; SONI, Roshabh; SAKLANI, Akansha; BAINES, Jonathan; KHAN, Micheline; KUMAR, Vaisakh Suresh. Environmental and socio-economic impact assessment of offshore wind energy projects in India: Why studying examples of other countries and engaging with affected communities are important. Washington, DC, USA, 2025: World Resources Institute. Disponível em: <https://doi.org/10.46830/wriwp.22.00157>. Acesso em: 20 fev. 2025.

LAGUARDIA, Helenice. Anglo American e Porto do Açu estudam reaproveitamento de água. O Tempo, 2022. Disponível em: <https://www.otempo.com.br/minas-s-a/anglo-american-e-porto-do-acu-estudam-reaproveitamento-de-agua-1.2685824>. Acesso em: 13 mar. 2025.

LAMBERT, M.; BARNES, A.; MARCU, A.; IMBAULT, O.; BHASHYAM, A.; TENGLER, M.; CAVALLERA, C.; ROMEO, G. 2024 State of the European Hydrogen Market Report. The Oxford Institute for Energy Studies, 2024. Disponível em: <https://www.oxfordenergy.org/wpcms/wp-content/uploads/2024/06/2024-State-of-the-European-Hydrogen-Market-Report.pdf>. Acesso em: 28 jan. 2025

LANDIM, Raquel. 'Jabutis' de Joesley e Suarez avançam no Senado e podem custar R\$ 247 bi. UOL, 2024. Disponível em: <https://noticias.uol.com.br/columnas/raquel-landim/2024/10/24/jabuti-joesley-e-suarez.htm>. Acesso em: 04 abr. 2025.

LEÃO, Rodrigo Pimentel Ferreira et al. A geopolítica do petróleo e do gás natural no contexto da transição energética: um processo de transição justa? *Ineep*, ano 4, n. 30, jun. 2021. Disponível em: https://ineep.org.br/wp-content/uploads/2022/10/td_n-30.pdf. Acesso em: 11 nov. 2023.

LEITÃO, Yvana. “Indústria de fertilizantes será chave para o crescimento do mercado de H2V”, diz ABHIC. Canal Solar, 2024. Disponível em: <https://canalsolar.com.br/crescimento-mercado-hidrogenio-entrevista/>. Acesso em: 10 mar. 2025.

LENIN, Vladimir Ilitch. Imperialismo, estágio superior do capitalismo. Boitempo, 2021.

LESSA, Henrique. Piauí quer ser o polo nacional do hidrogênio verde. Correio Braziliense, 2024. Disponível em: <https://www.correiobraziliense.com.br/economia/2024/06/6870322-piaui-quer-ser-o-polo-nacional-do-hidrogenio-verde.html>. Acesso em: 15 mar. 2025.

LEVIEN, M. Da acumulação primitiva aos regimes de desapropriação. *Sociologia e Antropologia*, v. 4, n. I, jun. 2014.

L'HOTELLERIE-FALLOIS, Pilar; MANRIQUE, Marta; BIANCO, Danilo. Las Políticas de la Unión Europea para la transición verde, 2019-2024. Documentos Ocasionales nº 2424. Banco de España. Madrid, 2024. Disponível em: <https://repositorio.bde.es/bitstream/123456789/36792/4/do2424.pdf>. Acesso em: 12 out. 2024.

LIMA, Camille. CEO da Raízen (RAIZ4): Brasil tem condição única para vencer transição energética — mas união entre agro e setor elétrico é essencial. Portal Seu Dinheiro, 2024. Disponível em: <https://www.seudinheiro.com/2024/empresas/ceo-da-raizen-raiz4-brasil-tem-condicao-unica-para-vencer-transicao-energetica-mas-uniao-entre-agro-e-setor-eletrico-e-essencial-miql/>. Acesso em: 11 mar. 2025.

LIMA, José Auricélio Gois. A natureza contraditória da geração de energia eólica no Nordeste do Brasil. Fortaleza: Editora da Uece, 2022. [e-Book.] <https://www.uece.br/eduece/wp-content/uploads/sites/88/2022/06/A-natureza->

[contradit%C3%B3ria-da-gera%C3%A7%C3%A3o-de-energia-e%C3%B3lica-no-Nordeste-do-Brasil.pdf](#)

LIMA, Pedro. Porto de Luís Correia é inaugurado após 50 anos de idealização e promete dobrar PIB do Piauí. *G1 PI*, 2023. Disponível em: <https://g1.globo.com/pi/piaui/noticia/2023/12/13/porto-de-luis-correia-e-inaugurado-apos-50-anos-de-idealizacao-e-promete-dobrar-pib-do-piaui.ghtml>. Acesso em: 13 mar. 2025.

LIMA, Vandson. Hidrogênio verde: o que está por trás do interesse do Centrão nesta energia limpa. Londres, Inglaterra: BBC News Brasil, 2024. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/articles/cn3dx8p2lmvo>. Acesso em: 03 abr. 2025.

LINDNER, Julia; TONET, Caetano. Senado aumenta limite de emissões de carbono em projeto de hidrogênio verde para contemplar etanol. Brasília, DF: Valor Econômico, 2024. Disponível em: <https://valor.globo.com/politica/noticia/2024/07/04/senado-aumenta-limite-da-emissao-de-carbono-no-pl-do-hidrogenio-verde-para-contemplar-etanol.ghtml>. Acesso em: 03 abr. 2025.

LOVELOCK, James. Gaia A new look at life on Earth. Source: Gaia A new look at life on Earth by J E Lovelock, publ. Oxford University Press, 1979. Disponível em: <https://www.marxists.org/reference/subject/philosophy/works/us/gaia.htm>. Acesso em: 05 abr. 2025.

LOVISI, Pedro. Disputa entre biogás e hidrogênio verde ganha força em fórum sobre mineração. Folha de S. Paulo, 2024a. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2024/09/disputa-entre-biogas-e-hidrogenio-verde-ganha-forca-em-forum-sobre-mineracao.shtml>. Acesso em: 11 mar. 2025.

LOVISI, Pedro. Hidrogênio verde no Nordeste foca exportação, e indústria nacional vai precisar correr atrás. Folha de S. Paulo, 2024b. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2024/10/hidrogenio-verde-no-nordeste-foca-exportacao-e-industria-nacional-vai-precisar-correr-atras.shtml>. Acesso em: 14 mar. 2025.

LUNA, P. De l'usurpation coloniale au landgrabbing. *Le Mouvement Social*, n.277, 2021.

LUNDGREN, Magnus; TALLBERG, Jonas; PEDERSEN, Camilla. Member State Influence in the Negotiations on the Neighbourhood, Development and International Cooperation Instrument (NDICI). The Expert Group for Aid Studies (EBA) (07), 2022. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/366823861_Member_State_Influence_in_the_Negotiations_on_the_Neighbourhood_Development_and_International_Cooperation_Instrument_NDICI. Acesso em: 09 fev. 2025.

LUXEMBURGO, R. A Acumulação de Capital. Rio de Janeiro, RJ: Zahar, 1970.

MACHADO, Nayara. PIB do hidrogênio verde se articula por política industrial. *epbr*, 16 mar. 2023a. Disponível em: <https://epbr.com.br/pib-do-hidrogenio-verde-se-articula-por-politica-industrial/>. Acesso em: 11 nov. 2023.

MACHADO, Nayara. Ceará entrega primeira licença ambiental a uma empresa de hidrogênio verde. Portal Eixos, 2023b. Disponível em: <https://eixos.com.br/hidrogenio/ceara-entrega-primeira-licenca-ambiental-a-uma-empresa-de-hidrogenio-verde/>. Acesso em: 14 mar. 2025.

MACHADO, Maria Clara. Brasil perdeu a oportunidade de ser fabricante de painéis solares, diz ministro. Megawhat, 2023. Disponível em: <https://megawhat.energy/hidrogenio/brasil-perdeu-oportunidade-de-ser-fabricante-de-paineis-solares-diz-ministro/>. Acesso em: 04 abr. 2025.

MACHADO, Nayara. Porto do Piauí foi planejado para exportar combustíveis derivados de hidrogênio verde, diz governador. Portal Eixos, 2024a. Disponível em: <https://eixos.com.br/hidrogenio/porto-do-piaui-foi-planejado-para-exportar-combustiveis-derivados-de-hidrogenio-verde-diz-governador/>. Acesso em: 13 mar. 2025.

MACHADO, Nayara. Fortescue anuncia decisão antecipada de investimento em hidrogênio verde no Ceará. Portal Eixos, 2024b. Disponível em: <https://eixos.com.br/hidrogenio/fortescue-anuncia-decisao-antecipada-de-investimento-em-planta-de-hidrogenio-verde-no-ceara/>. Acesso em: 13 mar. 2025

MACHADO, Nayara. HIF Global reserva área para a produção de e-metanol no Porto do Açu. Portal Eixos, 2024c. Disponível em: <https://eixos.com.br/hidrogenio/hif-global-reserva-area-para-a-producao-de-e-metanol-no-porto-do-acu/>. Acesso em: 13 mar. 2025.

MACHADO, Nayara. Porto do Piauí foi planejado para exportar combustíveis derivados de hidrogênio verde, diz governador. Portal Eixos, 2024d. Disponível em: <https://eixos.com.br/hidrogenio/porto-do-piaui-foi-planejado-para-exportar-combustiveis-derivados-de-hidrogenio-verde-diz-governador/>. Acesso em: 14 mar. 2025.

MACHADO, Nayara. Pernambuco firma acordo com European Energy para instalação de indústria de e-metanol em Suape. Portal Eixos, 2024e. Disponível em: <https://eixos.com.br/hidrogenio/pernambuco-firma-acordo-com-european-energy-para-instalacao-de-industria-de-e-metanol-em-suape/>. Acesso em: 14 mar. 2025.

MACHADO, Maria Clara. Proquigel solicita nova licença para equipamentos de planta de hidrogênio verde. Megawhat, 2024f. Disponível em: <https://megawhat.energy/hidrogenio/proquigel-solicita-nova-licenca-para-equipamentos-de-planta-de-hidrogenio-verde/>. Acesso em: 14 mar. 2025.

MACHADO, Nayara. Fundo internacional disponibiliza R\$ 6 bi para financiamento de hubs de hidrogênio. Portal Eixos, 2024g. Disponível em: <https://eixos.com.br/hidrogenio/fundo-internacional-disponibiliza-r-6-bi-para-financiamento-de-hubs-de-hidrogenio-no-brasil/>. Acesso em: 29 mar. 2025.

MACIEL, Felipe. Eólica offshore ganha associação. Epbr, 27 de mai. 2019. Disponível em: <https://eixos.com.br/politica/eolica-offshore-ganha-associacao-contr-leiloes/>. Acesso em: 10 mar. 2025.

MACIEL, Luiz. Brasil pode liderar em hidrogênio verde. Valor Econômico, 2024. Disponível: <https://valor.globo.com/publicacoes/especiais/brasil-eua/noticia/2024/05/22/brasil-pode-liderar-em-hidrogenio-verde.gh.html>. Acesso em: 14 mar. 2025.

MACIEL, Felipe; CHIAPPINI, Gabriel; SERODIO, Guilherme; FAFÁ, Larissa. Ibama nega licença prévia para eólica offshore. Epbr, 18 de ago. 2020. Disponível em: <https://epbr.com.br/ibama-nega-licenca-previa-para-eolica-offshore/>

MANIFESTO DAS VOZES DOS TERRITÓRIOS POR UMA TRANSIÇÃO ENERGÉTICA JUSTA E POPULAR. Natal, RN: 2023. Disponível em: https://sars.cdn.prismic.io/sars/15475644-acd5-45c4-8edd-c3620ea79756_MANIFESTO+DAS+VOZES+DOS+TERRIT%C3%81RIOS+POR+UMA+TRANSIC%C3%A7%C3%A3O+ENERG%C3%89TICA+JUSTA+E+POPULAR_docx.pdf. Acesso em: 02 fev. 2025.

MANSO, Luiz Fernando. Chinesa CTG planeja produzir hidrogênio verde no Brasil, com foco em exportação. Portal Eixos, 2022. Disponível em:

<https://eixos.com.br/hidrogenio/chinesa-ctg-planeja-produzir-hidrogenio-verde-no-brasil-com-foco-em-exportacao/>. Acesso em: 13 mar. 2025.

MANSO, Luiz Fernando; CHIAPPINI, Gabriel. Suape aprova 1º projeto de hidrogênio verde da Qair no Brasil. Portal Eixos, 2022. Disponível em: <https://eixos.com.br/hidrogenio/suape-aprova-1o-projeto-de-hidrogenio-verde-da-qair-no-brasil/>. Acesso em: 15 mar. 2025.

MANSUR, Isabel. Estratégia democrático-popular e a questão da incompletude do capitalismo. In: MANSUR, Isabel (org.). Revolução Brasileira. 1ª ed, Rio de Janeiro, RJ: Rubra, 2023.

MAP – MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA. “Agro sustentável impulsiona liderança brasileira na transição energética”, destaca Fávaro. Brasília, DF: Impensa MAP, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/201cagro-sustentavel-impulsiona-lideranca-brasileira-na-transicao-energetica201d-destaca-favaro-1>. Acesso em: 15 mar. 2025.

MAPBIOMAS. Mais de 90% do desmatamento da Amazônia é para abertura de pastagem. Mapbiomas, 2024. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/2024/10/03/mais-de-90-do-desmatamento-da-amazonia-e-para-abertura-de-pastagem/>. Acesso em: 31 mar. 2025.

MARANHÃO. Lei nº 12.444, de 12 de dezembro de 2024. Estabelece diretrizes e objetivos para a política estadual do hidrogênio verde. Alama, 2024 Disponível em: https://arquivos.al.ma.leg.br:8443/ged/legislacao/LEI_12444. Acesso em: 15 mar. 2025.

MARCELINO, Lorena. Brasil lança plataforma para financiamento de projetos verdes. Portal Eixos, 2024a. Disponível em: <https://eixos.com.br/transicao-energetica/brasil-lanca-plataforma-para-financiamento-de-projetos-verdes/>. Acesso em: 31 mar. 2025.

MARCELINO, Lorena. Instituto Internacional Arayara alega que indústria do carvão é corresponsável por tragédia climática no estado. Instituto Arayara, 2024b. Disponível em: <https://arayara.org/organizacao-aciona-justica-contra-reconstrucao-de-termicas-no-rs/>. Acesso em: 05 abr. 2025.

MARQUES, Luiz. Capitalismo e Colapso Ambiental. 3ª ed. Revista. Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2023

MARTINS, Laís. Ibama está à beira do colapso, diz presidente da Associação de Servidores. Intercept Brasil, 2024. Disponível em: <https://www.intercept.com.br/2024/07/10/ibama-esta-a-beira-do-colapso-diz-presidente-da-associacao-de-servidores/>. Acesso em: 16 mar. 2025.

MARX, Karl. Manuscritos Econômicos Filosóficos. São Paulo, SP: Boitempo, 2004

MARX, Karl. A Ideologia alemã. São Paulo, SP: Boitempo, 2007

MARX, Karl. 18 de Brumário. São Paulo, SP: Boitempo, 2011

MARX, Karl. O Capital: crítica da economia política: livro I: o processo de produção do capital. 3ª ed, tradução Rubens Enderle. São Paulo, SP: Boitempo, 2023a

MARX, Karl. O Capital: crítica da economia política: livro II: o processo de circulação do capital. 1ª ed, tradução Rubens Enderle. São Paulo, SP: Boitempo, 2023b

MARX, Karl. O Capital: crítica da economia política: livro III: o processo global da produção capitalista. 1ª ed, tradução Rubens Enderle. São Paulo, SP: Boitempo, 2023c

MATHIS, William. Hidrogênio verde: empresas cancelam projetos e alegam falta de viabilidade. Bloomberg Línea Website, 2024. Disponível em:

<https://www.bloomberglinea.com.br/esg/hidrogenio-verde-empresas-cancelam-projetos-e-alegam-falta-de-viabilidade/>. Acesso em: 05 fev. 2025.

MATOS, Janara de Camargo; BITENCOURT, Guilherme Ferreira. Os investimentos em hidrogênio verde no mundo e o papel do Brasil nesta cadeia produtiva. *Processando o Saber*, v. 15, p. 98-112, 2023. Disponível em: <https://www.fatecpg.edu.br/revista/index.php/ps/article/view/298/196>. Acesso em: 11 nov. 2023.

MCTIC – MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES. Plano de Ciência, Tecnologia e Inovação para Energias Renováveis e Biocombustíveis. Brasília, DF: MCTIC, 2018. Disponível em: <https://antigo.mctic.gov.br/mctic/export/sites/institucional/tecnologia/tecnologiasSetoriais/Plano-de-Ciencia-Tecnologia-e-Inovacao-Para-Energias-Renovaveis-e-Biocombustiveis.pdf>. Acesso em: 22 mar. 2025.

MDIC - MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA, COMÉRCIO E SERVIÇOS. Complexo Mineroindustrial em MG reduzirá importações de fertilizantes em 15%. Brasília, DF: Assessoria de imprensa MDIC. Disponível em: <https://www.gov.br/mdic/pt-br/assuntos/noticias/2024/marco/complexo-mineroindustrial-em-mg-reduzira-importacoes-de-fertilizantes-em-15>. Acesso em: 11 mar. 2025.

MEDEIROS, Junivan Rocha. Os impactos socioambientais ocasionados a partir da supressão vegetal e a implantação do Complexo Industrial e Portuário do Pecém – CE. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Economia Ecológica, Fortaleza, 2022. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/73974/3/2022_tcc_jrmedeiros.pdf. Acesso em: 16 mar. 2025

MEHTA, Lyla, VELDWISCH, Gert Jan e FRANCO, Jennifer. Introduction to the Special Issue: Water grabbing? Focus on the (re)appropriation of finite water resources. *Water Alternatives*. Vol. 5, no. 2, 2012, p.193-207.

MEIRELES, A. J. A. Danos socioambientais originados pelas usinas eólicas nos campos de dunas do Nordeste brasileiro e critérios para definição de alternativas locais. *Revista Franco Brasileira de Geografia*, v.11, 2011.

MELO, Fabiana. Voltalia reúne diretoria no Ceará para tomar decisão de investir em hidrogênio verde, diz Elmano. *OPovo*, 2024a. Disponível em: <https://www.opovo.com.br/noticias/economia/2024/10/23/voltalia-toma-decisao-de-investimento-em-hidrogenio-verde-no-ceara-diz-elmano.html>. Acesso em: 13 mar. 2025.

MELO, Fabiana. White Martins fará no Ceará seu maior projeto de hidrogênio verde do Brasil. *OPovo*, 2024b. Disponível em: <https://www.opovo.com.br/noticias/economia/2024/06/05/white-martins-fara-no-ceara-seu-maior-projeto-de-hidrogenio-verde-do-brasil.html>. Acesso em: 13 mar. 2025.

MENDES, Cesar. CMA aprova regras para uso do hidrogênio como fonte de energia. Brasília, DF: Rádio Senado, 2023. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/radio/1/noticia/2023/10/18/cma-aprova-regras-para-uso-do-hidrogenio-como-fonte-de-energia>. Acesso em: 01 abr. 2025.

MESQUITA, Carolina. Amontada: 1ª usina eólica offshore do CE deve começar a operar em 2025. *Diário do Nordeste*, 2020. Disponível em:

<https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/negocios/amontada-1-usina-eolica-offshore-do-ce-deve-comecar-a-operar-em-2025-1.3024667>. Acesso em: 18 mar. 2025.

MF – MINISTÉRIO DA FAZENDA. Programa de Integração de Energia Renovável (REI). MF, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/fazenda/pt-br/assuntos/fundos-internacionais-de-desenvolvimento/fundos-de-investimento-climatico-climate-investment-funds-cif/projetos-e-programas/rei>. Acesso em: 29 mar. 2025.

MF – MINISTÉRIO DA FAZENDA. Conheça o Plano de Transformação Ecológica. MF, 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/fazenda/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/transformacao-ecologica/conheca-o-plano-de-transformacao-ecologica>. Acesso em: 31 mar. 2025.

MIGLIAVACCA, G.; CARLINI, C.; DOMENIGHINI, P.; ZAGANO, C. Hydrogen: Prospects and Criticalities for Future Development and Analysis of Present EU and National Regulation. *Energies* 2024, 17, 4827. <https://doi.org/10.3390/en17194827>. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/384394303_Hydrogen_Prospects_and_Criticalities_for_Future_Development_and_Analysis_of_Present_EU_and_National_Regulation. Acesso em: 24 jan. 2025

MINAS GERAIS. Lei nº 24.940, de 26/07/2024. Estabelece objetivos para a política estadual do hidrogênio de baixo carbono e do hidrogênio verde. Almg, 2024. Disponível em: <https://www.almg.gov.br/legislacao-mineira/texto/LEI/24940/2024/>. Acesso em: 15 mar. 2025.

MINISTERIO DE ENERGÍA. Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde. Gobierno de Chile, 2020. Disponível em: https://energia.gob.cl/sites/default/files/estrategia_nacional_de_hidrogeno_verde_-_chile.pdf. Acesso em: 09 fev. 2025.

MIRANDA, Giuliana. Dividendos recorde de petroleiras com Guerra da Ucrânia são 158 vezes valor para prejuízos climáticos. Folha de S. Paulo, 2024. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/ambiente/2024/02/dividendos-records-de-petroleiras-com-guerra-da-ucrania-sao-158-vezes-valor-para-prejuizos-climaticos.shtml>. Acesso em: 23 jan. 2025

MIRANDA, Roberto de Sousa. “Ecologia política e processos de territorialização”. *Revista Sociedade e Estado*, v. 28, no 1, p. 142-161, jan/abr. 2013.

MI - MISSION INNOVATION. MI website. Disponível em: <https://mission-innovation.net/>. Acesso em: 13 fev. 2025.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE E MUDANÇA DO CLIMA. Fundo Nacional sobre Mudança do Clima – FNMC. Plano Anual de Aplicação de Recursos – PAAR 2022. Comitê Gestor do FNMC, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/composicao/secex/dfre/fundo-nacional-sobre-mudanca-do-clima/paar-2022.pdf>. Acesso em: 28 mar. 2025.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE E MUDANÇA DO CLIMA. Fundo Nacional sobre Mudança do Clima – FNMC. Plano Anual de Aplicação de Recursos – PAAR 2023. Comitê Gestor do FNMC, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/composicao/secex/dfre/fundo-nacional-sobre-mudanca-do-clima/paar-2023-final.pdf>. Acesso em: 28 mar. 2025.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE E MUDANÇA DO CLIMA. MMA e Consórcio Nordeste iniciam cooperação para proposta de Fundo Caatinga. Assessoria de

Comunicação do MMA, 2024a. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/noticias/mma-e-consorcio-nordeste-iniciam-cooperacao-para-proposta-de-fundo-caatinga>. Acesso em: 15 mar. 2025.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE E MUDANÇA DO CLIMA. Fundo Nacional sobre Mudança do Clima – FNMC. Plano Anual de Aplicação de Recursos – PAAR 2024. Comitê Gestor do FNMC, 2024b. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/composicao/secex/dfre/fundo-nacional-sobre-mudanca-do-clima/PAAR2024FinalPublicado.pdf>. Acesso em: 28 mar. 2025.

MME - Ministério de Minas e Energia. Roteiro para Estruturação da Economia do Hidrogênio no Brasil. (Coordenação geral: MME - Ministério de Minas e Energia; Integração Técnica: MCT - Ministério de Ciência e Tecnologia; Operação: LACTEC/UFPR; Sub-coordenações: UNICAMP, CENPES, COPPE/UFRJ e INMETRO), 2005. Versão Beta.

MME – MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. PNE 2050: Plano Nacional de Energia. Brasília, DF: MME/EPE, 2020a. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-227/topico-563/Relatorio%20Final%20do%20PNE%202050.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2025.

MME - MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Plano Decenal de Expansão de Energia 2029. Brasília: MME/EPE, 2020b. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/documents/pde%202029.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2025.

MME - MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Plano Decenal de Expansão de Energia 2030. Brasília: MME/EPE, 2021a. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-490/PDE%202030_RevisaoPosCP_rv2.pdf. Acesso em: 20 mar. 2025.

MME – MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Brasil apresenta pactos energéticos em biocombustíveis e hidrogênio no Diálogo em Alto Nível da ONU sobre Energia. Assessoria de Comunicação do MME, 2021b. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/brasil-apresenta-pactos-energeticos-em-biocombustiveis-e-hidrogenio-no-dialogo-de-alto-nivel-da-onu-sobre-energia>. Acesso em: 26 mar. 2025.

MME – MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Programa Nacional de Hidrogênio – PNH2: Proposta de Diretrizes. MME, 2021c. Disponível em: <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>. Acesso em: 26 mar. 2025.

MME - MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Plano Decenal de Expansão de Energia 2031. Brasília: MME/EPE, 2022a. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Documents/PDE%202031_RevisaoPosCP_rvFinal_v2.pdf. Acesso em: 20 mar. 2025.

MME - MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Energia do vento é considerada uma das mais limpas e baratas do mundo. Assessoria Especial de Comunicação Social, 2023a. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/energia-do-vento-e-considerada-uma-das-mais-limpas-e-baratas-do-mundo>. Acesso em: 25 fev. 2025.

MME - MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Plano de Trabalho Trienal 2023-2025 PNH2. MME; PNH2, 2023b. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/programa-nacional-do-hidrogenio-1/planodetrabalhotrienalpnh2.pdf>. Acesso em: 26 mar. 2025.

MME - MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Energias da Amazônia. Secretaria Nacional de Transição Energética e Planejamento - MME, 2023c. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/sntep/programa-energias-da-amazonia>. Acesso em: 31 mar. 2025.

MME - MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Em menos de uma semana, nordeste registra novo recorde na geração de energia eólica, alcançando os 19.083 MW. Assessoria Especial de Comunicação Social - MME, 2024a. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/em-menos-de-uma-semana-nordeste-registra-novo-recorde-na-geracao-de-energia-eolica-alcancando-os-19-083-mw>. Acesso em: 25 fev. 2025.

MME - MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Autoridades destacam a necessidade de cooperação internacional para a transição energética. Assessoria Especial de Comunicação Social - MME, 2024b. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/autoridades-destacam-a-necessidade-de-cooperacao-internacional-para-a-transicao-energetica>. Acesso em: 27 fev. 2025.

MME - MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Chamada pública para seleção de hubs de hidrogênio de baixa emissão de carbono para descarbonização da indústria brasileira. MME, 2024c. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/programa-nacional-do-hidrogenio-1/iii-planejamento-energetico/chamada-publica-de-hubs-de-h2>. Acesso em: 27 mar. 2025.

MME - MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Governo Federal lança pacto global para transição energética justa e inclusiva. MME, 2024d. Disponível em: <https://www.gov.br/planalto/pt-br/acompanhe-o-planalto/noticias/2024/11/governo-federal-lanca-pacto-global-para-transicao-energetica-justa-e-inclusiva>. Acesso em: 30 mar. 2025.

MME - MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Alexandre Silveira garante declaração conjunta inédita de países pela transição energética. MME, 2024e. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/alexandre-silveira-garante-declaracao-conjunta-inedita-de-paises-pela-transicao-energetica>. Acesso em: 30 mar. 2025.

MME - MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Plano Nacional de Transição Energética. MME, 2024f. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/mme-transicao-energetica-requer-alternativas-de-baixo-carbono-e-inclusao-social/PLANTE20224.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2025.

MME - MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Programa de Trabalho Conjunto para 2024-2025 entre o Ministério de Minas e Energia da República Federativa do Brasil e a Agência Internacional de Energia. Brasília, DF: MME, 2024g. Disponível em: https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/alexandre-silveira-assina-plano-de-trabalho-para-a-aceleracao-da-transicao-energetica-no-brasil-com-a-agencia-internacional-de-energia/copy_of_2024.01.31PlanodetrabalhoconjuntoMMEAIEAgnciaInternacionald....pdf. Acesso em: 31 mar. 2025.

MME - MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Programa de Aceleração da Transição Energética foi sancionado nesta quarta-feira. Assessoria Especial de Comunicação Social – MME, 2025b. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/programa-de-aceleracao-da-transicao-energetica-foi-sancionado-nesta-quarta-feira>. Acesso em: 31 mar. 2025.

MME - MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. MME e Inmetro debatem diretrizes da certificação do hidrogênio de baixa emissão de carbono. Assessoria Especial de Comunicação Social – MME, 2025c. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/mme-e-inmetro-debatem-diretrizes-da-certificacao-do-hidrogenio-de-baixa-emissao-de-carbono>. Acesso em: 04 abr. 2025.

MODAL. Nova entidade do setor eólico começa a atuar para garantir direitos de projetos offshore já existentes. Modal Revista de Infraestrutura e Logística, 2019. Disponível em: <https://revistamodal.com.br/nova-entidade-do-setor-eolico-comeca-a-atuar-para-garantir-direitos-de-projetos-offshore-ja-existentes/>. Acesso em: 10 mar. 2025.

MOIR, David. Instalação de eólicas no Brasil recua em 2024; setor vê retomada em 2027. Reuters via CNN, 2025. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/economia/macroeconomia/instalacao-de-eolicas-no-brasil-recua-em-2024-setor-ve-retomada-em-2027/#:~:text=A%20instala%C3%A7%C3%A3o%20de%20novas%20usinas,no%20pa%C3%ADs%20nos%20%C3%BAltimos%20anos>. Acesso em: 27 fev. 2025.

MOORE, Malcolm. Por que projetos para produzir hidrogênio verde ainda estão fora da realidade. Folha de S. Paulo, 2024. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2024/06/por-que-projetos-para-produzir-hidrogenio-verde-ainda-estao-fora-da-realidade.shtml>. Acesso em: 05 fev. 2025.

MORENO, Camila. As roupas verdes do rei: Economia verde, uma nova forma de acumulação primitiva. In: Gerhard Dilger, Miriam Lang, Jorge Pereira Filho (Org.). Descolonizar o imaginário. 1ed. São Paulo: Fundação Rosa Luxemburgo, 2016, p. 256-295.

MORENO, Camila; CHASSÉ, Daniel; FUHR, Lili. A Métrica do Carbono: Abstrações Globais e Epistemicídio Ecológico. Rio de Janeiro: Fundação Boell, 2016.

MOURA, Joana Tereza Vas de; PEREIRA, Lorena Izá; VITAL, Miriam Moura; LUSTOSA, Monalisa. Engajamento, mobilização social e resistência na luta pelo controle do território: a criação do Movimento dos Atingidos pelas Renováveis (MAR) no Nordeste brasileiro. 14º Encontro da ABCP, Universidade Federal da Bahia, Área temática: Participação Política. Disponível em: <https://www.abcp2024.sinteseeventos.com.br/arquivo/downloadpublic?q=eyJwYXJhbXMiOiJ7XCJRF9BUiFVSZPXCi6XCI3NTJcIn0iLCJoljoiZjI2YjgxYmFkMTU3NTI0OGJmNzlhYmE0MGNIZWQ4YTIifQ%3D%3D>. Acesso em: 02 fev. 2025.

NEDDERMEYER, Rafa. Sociedade civil vai à Justiça contra térmicas a carvão no RS. Climainfo, 2024. Disponível em: <https://climainfo.org.br/2024/07/29/sociedade-civil-vai-a-justica-contra-termicas-a-carvao-no-rs/>. Acesso em: 05 abr. 2025.

NEWNHAM, Randall. Oil, carrots, and sticks: Russia's energy resources as a foreign policy tool. Journal of Eurasian Studies, 2(2), 134-143. Doi:10.1016/j.euras.2011.03.004. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1016/j.euras.2011.03.004>. Acesso em: 22 jan. 2025.

NORDESTE POTÊNCIA (org.). Salvaguardas socioambientais para energia renovável. Plano Nordeste Potência, 2024. Disponível em: https://nordestepotencia.org.br/wp-content/uploads/2024/02/Salvaguardas_Socioambientais_Renovaveis.pdf. Acesso em: 15 fev. 2025.

NREL - NATIONAL RENEWABLE ENERGY LABORATORY. Offshore wind market report: 2024 edition. Golden CO: National Renewable Energy Laboratory, 2024. Disponível em: <https://www.nrel.gov/docs/fy24osti/90525.pdf>. Acesso em: 19 fev. 2025.

NUNES, Victor. Global Gateway: União Europeia anuncia R\$ 242 bilhões de investimentos na América Latina e Caribe. Diário do Centro do Mundo, 2023. Disponível em: <https://www.diariodocentrodomundo.com.br/global-gateway-uniao-europeia-anuncia-r-242-bilhoes-de-investimentos-na-america-latina-e-caribe/>. Acesso em: 09 fev. 2025.

OBSERVATÓRIO DO CLIMA. A conta chegou: o terceiro ano de destruição ambiental sob Jair Bolsonaro. Observatório do Clima, 2022. Disponível em: <https://oc.eco.br/wp-content/uploads/2022/02/A-conta-chegou-HD.pdf>. Acesso em: 16 mar. 2025.

OCDE - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico. The Ocean Economy in 2030. OECD Publishing, Paris, 2016. Disponível em: https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2016/04/the-ocean-economy-in-2030_g1g6439e/9789264251724-en.pdf. Acesso em: 16 fev. 2025.

OLIVEIRA, Karen. Porto-indústria verde, UFRN, 2023. Disponível em: <https://ufrn.br/imprensa/reportagens-e-saberes/77109/porto-industria-verde>. Acesso em: 13 mar. 2025.

OLIVEIRA, José Carlos. Com segurança jurídica, BNDES e empresas projetam investimentos em transição energética. Agência Câmara Notícias, 2024a. Disponível: <https://www.camara.leg.br/noticias/1096314-COM-SEGURANCA-JURIDICA,-BNDES-E-EMPRESAS-PROJETAM-INVESTIMENTOS-EM-TRANSICAO-ENERGETICA>. Acesso em: 27 fev. 2025

OLIVEIRA, Jeniffer. Atingidos pelas renováveis vão para o confronto contra os parques eólicos. Marco Zero, 2024b. Disponível em: <https://marcozero.org/atingidos-pelas-renovaveis-vao-para-o-confronto-contr-a-os-parques-eolicos/>. Acesso em: 19 mar. 2025.

OLIVEIRA, Caroline. Rio Grande do Sul é alvo de ação na Justiça que pede transição energética. São Paulo, SP: Brasil de Fato, 2024c. Disponível em: <https://www.brasildefato.com.br/2024/07/26/rio-grande-do-sul-e-alvo-de-acao-na-justica-que-pede-transicao-energetica/>. Acesso em: 05 abr. 2025

OLIVEIRA, José Carlos. Ambientalistas cobram “Lei do Mar” no Brasil e governança internacional dos oceanos. Brasília, DF: Câmara dos Deputados, 2024d. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/noticias/1090890-ambientalistas-cobram-lei-do-mar-no-brasil-e-governanca-internacional-dos-oceanos/>. Acesso em: 05 abr. 2025.

ONS. Plano da Operação Energética 2024/2028 – PEN 2024: Relatório das Condições de Atendimento. ONS, 2024. Disponível em: <https://www.ons.org.br/AcervoDigitalDocumentosEPublicacoes/NT-ONS%20DPL%200114-2024-%20PEN%202024%20-%20Condi%C3%A7%C3%B5es%20de%20Atendimento.pdf>. Acesso em: 05 abr. 2025.

ONU - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Green Hydrogen Compact Catalogue. Site da ONU, s/d. Disponível em: <https://www.un.org/en/energy-compacts/page/green-hydrogen-compact-catalogue>. Acesso em: 29 jan. 2025.

OPPERMAN, Romy. A Permanent Struggle against an Omnipresent Death: Revisiting Environmental Racism with Frantz Fanon. Critical Philosophy of Race Vol. 7, No. 1, SPECIAL ISSUE: RACE AND THE ANTHROPOCENE AND RACE, IMMIGRATION,

AND REFUGEES, pp. 57-80. Penn State University Press, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.5325/critphilrace.7.1.0057>. Acesso em: 10 mar. 2025.

OSSELIN, F.; SOULAIN, C.; FAUGUEROLLES, C.; GAUCHER, E. C.; SCAILLET, B.; PICHAVANT, M. Orange hydrogen is the new Green. *Nature Geoscience*, 2022, 15, pp.765-769. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/364149053_Orange_hydrogen_is_the_new_green. Acesso em: 30 jan. 2025.

OVIDO, Antonio Francisco Perrone; DOBLAS, Juan. As florestas precisam das pessoas. São Paulo, SP: Instituto Socioambiental, 2022. Disponível em: <https://acervo.socioambiental.org/acervo/documentos/florestas-precisam-das-pessoas>. Acesso em: 19 mar. 2025.

OVIDO, Antonio Francisco Perrone; LIMA, William Pereira. A geografia do desmatamento na Amazônia Legal. São Paulo, SP: Instituto Socioambiental, 2022. Disponível em: <https://acervo.socioambiental.org/acervo/documentos/geografia-do-desmatamento-na-amazonia-legal>. Acesso em: 19 mar. 2025.

OVIDO, Antonio Francisco Perrone; LIMA, William Pereira; SOUSA, Francisco das Chagas. As pressões ambientais nos territórios quilombolas no Brasil. Brasília, DF: Instituto Socioambiental; Conaq, 2024. Disponível em: <https://acervo.socioambiental.org/acervo/documentos/pressoes-ambientais-nos-territorios-quilombolas-no-brasil>. Acesso em: 19 mar. 2025.

OXFAM. Igualdade climática: um planeta para os 99%. Oxfam, 2023. Disponível em: <https://www.oxfam.org.br/justica-climatica-e-amazonia/igualdade-climatica-um-planeta-para-os-99/>. Acesso em: 06 abr. 2025.

OXFAM. A desigualdade na emissão de carbono mata. Porque a redução das emissões excessivas de uma pequena elite permite criar um planeta sustentável para todos. Relatório executivo. Oxfam, 2024. Disponível em: <https://www.oxfam.org.br/justica-climatica-e-amazonia/a-desigualdade-na-emissao-de-carbono-mata/>. Acesso em: 06 abr. 2025.

OXFAM. Às custas de quem? A origem da riqueza e a construção da injustiça no colonialismo. Oxfam Internacional, 2025. Disponível em: <https://www.andes.org.br/diretorios/files/renata/2025/03/Relat%C3%B3rioOXFAM.pdf>. Acesso em: 05 abr. 2025.

OZATO, J.Y.; AQUILA, G.; PAMPLONA, E. de Oliveira; ROCHA LC, S.; Junior, P.R. Offshore wind power generation: An economic analysis on the Brazilian coast from the stochastic LCOE. *Ocean Coast. Manag.* 2023, 244, 106835. Disponível em: <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2023OCM...24406835O/abstract>. Acesso em: 28 fev. 2025.

PARAÍBA. Lei nº 12.345 de 20 de junho de 2022. Dispõe sobre a instituição da Política Pública Estadual na Paraíba do Hidrogênio Verde. Diário Oficial da União do Estado da Paraíba, 2022. Disponível em: <https://auniao.pb.gov.br/servicos/doc/2022/junho/diario-oficial-21-06-2022.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2025.

PARANÁ. Lei 21.454 - 3 de maio de 2023. Dispõe sobre parâmetros de incentivo ao uso de hidrogênio renovável no Estado do Paraná. Leis Estaduais, 2023. Disponível em: <https://leisestaduais.com.br/pr/lei-ordinaria-n-21454-2023-parana-dispoe-sobre-parametros-de-incentivo-ao-uso-de-hidrogenio-renovavel-no-estado-do-parana>. Acesso em: 15 mar. 2025.

PAULANI, L. Acumulação e rentismo: resgatando a teoria da renda de Marx para pensar o capitalismo contemporâneo. *Revista de Economia Política*, v. 36, n.3, p.514-535, 2016.

PAZ, Walmaro. Trabalhadores da Usina Candiota 3 pedem MP a Lula para reativar a termelétrica. Porto Alegre, RS: Brasil de Fato, 2025. Disponível em: <https://www.brasildefato.com.br/2025/01/15/trabalhadores-da-usina-candiota-3-pedem-mp-a-lula-para-reativar-a-termelétrica/>. Acesso em: 05 abr. 2025.

PBHR - PACTO BRASILEIRO PELO HIDROGÊNIO RENOVÁVEL. Propostas para o fomento da produção e uso do hidrogênio renovável. Abeeólica; Abiogás; Absolar; AHK, 2023. Disponível em: https://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/comissoes/comissoes-temporarias/especiais/57a-legislatura/transicao-energetica-e-producao-de-hidrogenio-verde/outros-documentos/2023.08.11PACTOPropostasparaofomentodaproducaoeusodohidrogeniorenovavel_final.pdf. Acesso em: 10 mar. 2025.

PECÉM. Governo do Ceará e Neoenergia assinam memorando para projeto movido a hidrogênio verde. Complexo Industrial e Portuário Pecém website, 2021. Disponível em: <https://www.complexodopecem.com.br/governo-do-ceara-e-neoenergia-assinam-memorando-para-projeto-movido-a-hidrogenio-verde/>. Acesso em: 13 mar. 2025.

PECÉM. Hub de Hidrogênio Verde: Governo do Ceará e Países Baixos firmam parceria para impulsionar produção e exportação. Complexo Industrial e Portuário Pecém website, 2023a. Disponível em: <https://www.complexodopecem.com.br/hub-de-hidrogenio-verde-governo-do-ceara-e-paises-baixos-firmam-parceria-para-impulsionar-producao-e-exportacao/>. Acesso em: 13 mar. 2025.

PECÉM. Complexo do Pecém e Cactus assinam pré-contrato para produção de hidrogênio verde. Complexo Industrial e Portuário Pecém website, 2023b. Disponível em: <https://www.complexodopecem.com.br/complexo-do-pecem-e-cactus-assinam-pre-contrato-para-producao-de-hidrogenio-verde/>. Acesso em: 15 mar. 2025.

PECÉM. Governo firma pré-contrato de R\$ 9 bilhões com a Fuella AS para instalação de planta de hidrogênio verde. Complexo Industrial e Portuário Pecém website, 2024. Disponível em: <https://www.complexodopecem.com.br/governo-firma-pre-contrato-de-r-9-bilhoes-com-a-fuellas-as-para-instalacao-de-planta-de-hidrogenio-verde/>. Acesso em: 13 mar. 2025.

PEDROSA, Monica M. ZPE Ceará impulsiona criação de Hub de Hidrogênio Verde. Experience Club, 2023. Disponível em: <https://experienceclub.com.br/zpe-ceara-impulsiona-criacao-de-hub-de-hidrogenio-verde/>. Acesso em: 13 mar. 2025.

PEDROZO, Soraia Abreu. Brasil possui 62 projetos de hidrogênio verde em apostes de US\$ 70 bilhões. Autodata, 2024. Disponível em: <https://www.autodata.com.br/noticias/2024/07/17/brasil-possui-62-projetos-de-hidrogenio-verde-em-aportes-de-us-70-bilhoes/75103/>. Acesso em: 15 mar. 2025.

PELUSO, N. L.; LUND, C. New frontiers of land control: introduction, *Journal of Peasant Studies*, v.38, n.4, 2011.

PEREIRA, Lorena Izá. “O Nordeste brasileiro como fronteira do neoextrativismo”. In: ENCONTRO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM GEOGRAFIA, 14, 2021, Virtual, Anais... Disponível em: <<https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/78729>>.

PEREIRA, Lorena Izá. Agronegócio, mineração e energia: a tríade do controle do território brasileiro. Buenos Aires/São Paulo: FUNDAPAZ / Rede DATALUTA, 2022

PEREIRA, Lorena Izá; VITAL, Miriam Moura; FONSECA, Roberta Oliveira da. Impactos territoriais e a instalação de projetos eólicos na comunidade tradicional pesqueira de Enxu Queimado (Pedra Grande/RN): transição energética ou uma nova fronteira para a acumulação do capital? REVISTA NERA, 27(3), 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.47946/rnera.v27i3.10314>. Acesso em: 17 mar. 2025.

PERNAMBUCO. Lei nº 17.976, de 12 de dezembro de 2022. Institui, no âmbito do Estado de Pernambuco, a Política Pública Estadual do Hidrogênio Verde. Leis Estaduais, 2022. Disponível em: <https://leisestaduais.com.br/pe/lei-ordinaria-n-17976-2022-pernambuco-institui-no-ambito-do-estado-de-pernambuco-a-politica-publica-estadual-do-hidrogenio-verde>. Acesso em: 15 mar. 2025.

PETRONE, Talíria. “A caracterização correta do governo PT, nesses 13 anos, seria a de um governo social-liberal”. Entrevista com Talíria Petrone. In: MANSUR, Isabel (org.). Revolução Brasileira. 1ª ed, Rio de Janeiro, RJ: Rubra, 2023.

PETTINATO, B.; KURZ, R. L.; MOROZ, L.; FREUND, S.; WINKELMANN, B.; KARAKAS, E. Chapter 3 - Machinery basics. In: BRUN, K.; ALLISON, T. (Org.). Machinery and Energy Systems for the Hydrogen Economy. Elsevier, 2022. p. 31-94. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780323903943000084>. Acesso em: 05 fev. 2025.

PIAUI. Lei nº 8.459, de 25 de julho de 2024. Dispõe sobre a instituição no estado do Piauí da política pública estadual do Hidrogênio Verde. Alepi, 2024. Disponível em: https://sapl.al.pi.leg.br/media/sapl/public/normajuridica/2024/6310/sei_00010.007773_2024_83.pdf. Acesso em: 15 mar. 2025.

PIK. Stepping back from the precipice: Transforming land management to stay within planetary boundaries. Potsdam Institute for Climate Impact Research, 122 p. Potsdam, Germany: 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.48485/pik.2024.018>. Acesso em: 05 fev. 2025.

PINHEIRO, Andrea. “Energia não deve ser commodity”, afirma superintendente da Sudene. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/sudene/pt-br/assuntos/noticias/201cenergia-nao-deve-ser-commodity201d-afirma-superintendente-da-sudene>. Acesso em: 15 mar. 2025.

PIOVESAN, Eduardo. Deputados aprovam urgência para quatro projetos de lei da pauta verde; acompanhe. Brasília, DF: Agência Câmara de Notícias, 2023. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/noticias/1020544-deputados-aprovam-urgencia-para-quatro-projetos-de-lei-da-pauta-verde-acompanhe/>. Acesso em: 03 abr. 2025.

POMPEIA, Caio. Formação Política do Agronegócio. São Paulo, SP: Editora Elefante, 2021.

PORTO DO AÇU. Fortescue Future Industries e Porto do Açu unem forças para desenvolver planta de hidrogênio verde no Brasil. Porto do Açu website, 2021. Disponível em: <https://portodoacu.com.br/fortescue-future-industries-e-porto-do-acu-unem-forcas-para-desenvolver-planta-de-hidrogenio-verde-no-brasil/>. Acesso em: 13 mar. 2025.

PORTO DO AÇU. Shell Brasil e Porto do Açu anunciam projeto inédito em hidrogênio verde. Porto do Açu website, 2022. Disponível em: <https://portodoacu.com.br/shell-brasil-e-porto-do-acu-anunciam-projeto-inedito-em-hidrogenio-verde/>. Acesso em: 13 mar. 2025.

PORTO DO AÇU. Prumo e SPIC Brasil assinam acordo para geração de energia renovável no Porto do Açu. Porto do Açu website, 2023. Disponível em: <https://portodoacu.com.br/prumo-e-spic-brasil-assinam-acordo-para-geracao-de-energia-renovavel-no-porto-do-acu/>. Acesso em: 13 mar. 2025.

PORTO DO AÇU. Prumo e Fuella AS anunciam primeiro contrato de reserva de área para hub de hidrogênio no Porto do Açu. Porto do Açu website, 2024. Disponível em: <https://portodoacu.com.br/prumo-e-fuella-as-anunciam-primeiro-contrato-de-reserva-de-area-para-hub-de-hidrogenio-no-porto-do-acu/>. Acesso em: 15 mar. 2025.

PORTOS DO PARANÁ. Portos do Paraná estreita ligação com a Holanda por energia verde. Secretaria de Infraestrutura e Logística do Estado do Paraná, 2023. Disponível em: <https://www.portosdoparana.pr.gov.br/Noticia/Portos-do-Parana-estreita-ligacao-com-Holanda-por-energia-verde>. Acesso em: 13 mar. 2025.

POTAPOV, P., TURUBANOVA, S., HANSEN, M.C. et al. Global maps of cropland extent and change show accelerated cropland expansion in the twenty-first century. *Nat Food* 3, 19–28, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s43016-021-00429-z>. Acesso em: 05 fev. 2025.

PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. Presidente sanciona marco legal do hidrogênio verde e lei que viabiliza recursos para a Transnordestina. Planalto, 2024. Disponível em: 04 abr. 2025

PTX HUB - INTERNATIONAL PTX HUB. We are active all over the world. PtX Hub website, 2024. Disponível em: <https://ptx-hub.org/countries/>. Acesso em: 14 fev. 2025.

PUPO, Fábio; SALOMÃO, Alexa. Energia limpa pode ser maior plano de paz que mundo já viu, diz secretária dos EUA. Folha de S. Paulo, 2024. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2024/10/energia-limpa-pode-ser-maior-plano-de-paz-que-mundo-ja-viu-diz-secretaria-dos-eua.shtml>. Acesso em: 11 mar. 2025.

PV MAGAZINE. Governo do Ceará assina memorando com a Eletrobras para produção de hidrogênio verde no Pecém. PV Magazine Brasil website, 2024. Disponível em: <https://www.pv-magazine-brasil.com/2024/05/14/governo-do-ceara-assina-memorando-com-a-eletrobras-para-producao-de-hidrogenio-verde-no-pecem/>. Acesso em: 13 mar. 2025.

PWC. The green hydrogen economy Predicting the decarbonisation agenda of tomorrow. PwC website, 2021. Disponível em: <https://www.pwc.com/gx/en/industries/energy-utilities-resources/future-energy/green-hydrogen-cost.html>. Acesso em: 04 fev. 2025.

QUITZOW, R.; NUNEZ, A.; MARIAN, A. Positioning Germany in an international hydrogen economy: A policy review. *Energy Strategy Reviews*, 53. 2024. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211467X24000683>. Acesso em: 25 jan. 2025.

RACY, Sonia. ‘O Brasil é o celeiro energético do mundo’, diz Wilson Ferreira Júnior. *Jornal Estadão*, 2025. Disponível em: https://www.estadao.com.br/economia/brasil-celeiro-energetico-mundo-matrix-energia/?srsltid=AfmBOorqTeWjLc59YL_zRLIoOdqQ_yFYnf5nk69WMBIGbAzbavHj8JHd. Acesso em: 24 fev. 2025.

RAFENBERG, Marina. Greece's proliferation of wind farms is coming up against local resistance. *Le Monde*, 2024. Disponível em: https://www.lemonde.fr/en/international/article/2024/02/02/greece-s-proliferation-of-wind-farms-is-coming-up-against-local-resistance_6486716_4.html. Acesso em: 20 fev. 2025.

RAHMAN, F; KUMAR, Pawan. Assessing environmental impacts of offshore wind farms: lessons learned and recommendations for the future. 1st International Conference on Power and Energy Systems (ICPES 2023), E3S Web of Conferences 540, 03014, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202454003014>. Acesso em: 20 fev. 2025.

RAMAKRISHNAN, S.; DELPISHEH, M.; CONVERY, C.; NIBLETT, D.; VINOTHKANNAN, M.; MAMLOUK, M. Offshore green hydrogen production from wind energy: Critical review and perspective. Renewable and Sustainable Energy Reviews Volume 195, May 2024, 114320. 2024. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032124000431?via%3Dihub>. Acesso em: 27 jan. 2025

RAMALHO, Renan. O que esperar da relação do novo Congresso, mais conservador, com os outros poderes. Brasília, DF: Gazeta do Povo, 2022. Disponível em: <https://www.gazetadopovo.com.br/eleicoes/2022/o-que-esperar-do-novo-congresso-mais-conservador-2023/>. Acesso em: 03 abr. 2025.

RAMIREZ, J.; GORAYEB, A.; NASCIMENTO, J. L. J. do. *Winds of Change: Conflict, Culture and Sustainability in the Cumbe Community*. Copenhagen: Copenhagen Business School (CBS), 2023.

RAPOSO, Patricia. Potencial de H2V do NE, faz Reino Unido se aproximar dos portos de Pecém e Suape. Movimento Econômico, 2023. Disponível em: <https://movimentoeconomico.com.br/economia/portos/2023/03/10/potencial-de-h2v-do-ne-faz-reino-unido-se-aproximar-dos-portos-de-pecem-e-suape/>. Acesso em: 13 mar. 2025.

RAPOSO, Patricia. Negócios do hidrogênio verde florescem em meio a desafios da infraestrutura. Desafios da infraestrutura para a nova economia. Movimento Econômico, 2024. Disponível em: <https://movimentoeconomico.com.br/especiais/negocios-do-hidrogenio-verde/>. Acesso em: 05 fev. 2025.

RAY, D.K., SLOAT, L.L., GARCIA, A.S. et al. Crop harvests for direct food use insufficient to meet the UN's food security goal. Nat Food 3, 367–374, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s43016-022-00504-z>. Acesso em: 05 fev. 2025.

REDAÇÃO JM. Senado volta a debater prorrogação dos contratos das usinas a carvão até 2050. Jornal Minuano, 2024. Disponível em: <https://www.jornalminuano.com.br/noticia/2024/08/14/senado-volta-a-debater-prorrogacao-dos-contratos-das-usinas-a-carvao-ate-2050>. Acesso em: 05 abr. 2025.

REINO UNIDO. Declaração Conjunta da República Federativa do Brasil e do Reino Unido da Grã-Bretanha e Irlanda do Norte para Copresidir o Hub de Hidrogênio Brasil-Reino Unido. Department for Energy Security & Net Zero, 2023. Disponível em: <https://www.gov.uk/government/publications/hydrogen-hub-brazil-uk-joint-statement-of-intent/8a11d650-12b5-4b2e-8c63-9aee5fc3f672>. Acesso em: 28 mar. 2025.

REN21. Subastas de energía renovable y proyectos ciudadanos participativos - America Latina y Caribe.

REN21. Renewables 2019: global status report. 2019. Acesso em: 26 fev. 2019.

RESPONSIBLE FUTURE. Senate Inquiry Announced into Offshore Wind Consultation Processes. Responsible Future website, 2024. Disponível em: <https://responsiblefuture.com.au/senate-inquiry-offshore-wind-consultation-processes/>. Acesso em: 20 fev. 2025.

REUTERS. Norway's Equinor scraps plans to export blue hydrogen to Germany. Reuters website, 2024a. Disponível em: <https://www.reuters.com/business/energy/norways-equinor-scraps-plans-export-blue-hydrogen-germany-2024-09-20/>. Acesso em: 05 fev. 2025.

REUTERS. Morocco to dedicate 1 mln hectares to green hydrogen projects. Reuters website, 2024b. Disponível em: <https://www.reuters.com/sustainability/morocco-dedicate-1-mln-hectares-green-hydrogen-projects-2024-03-11/>. Acesso em: 10 fev. 2025.

RIBAS, Raphaela. Piauí terá uma das maiores usinas de hidrogênio verde do mundo, com dinheiro europeu. Gazeta do Povo, 2023. Disponível em: <https://www.gazetadopovo.com.br/energia/piaui-tera-uma-das-maiores-usinas-de-hidrogenio-verde-do-mundo-com-dinheiro-europeu/>. Acesso em: 14 mar. 2025.

RIBAS, Raphaela. Senador propõe que consumidor de energia banque subsídio a quem produz “hidrogênio verde”. Gazeta do Povo, 2023. Disponível em: <https://www.gazetadopovo.com.br/energia/hidrogenio-verde-senador-propoe-consumidor-energia-banque-subsidio/>. Acesso em: 03 abr. 2025.

RIO DE JANEIRO. Projeto de Lei nº 1.246/2023. Alerj, 2023a. Disponível em: <http://alerjln1.alerj.rj.gov.br/scpro2327.nsf/0c5bf5cde95601f903256caa0023131b/9a1fe3c469c8383d032589c6005d6daa?OpenDocument>. Acesso em: 15 mar. 2025.

RIO DE JANEIRO. Projeto de Lei nº 1.460/2023. Institui a Política da inserção do Hidrogênio Verde como fonte de energia renovável no âmbito do Estado do Rio de Janeiro e dá outras providências. Alerj, 2023b. Disponível em: http://www3.alerj.rj.gov.br/lotus_notes/printDoc.asp.

RIO GRANDE DO NORTE. Projeto de lei 499/2023. Alern, 2025. Disponível em: <https://transparencialegislativa.al.rn.leg.br/projeto/51603>. Acesso em: 15 mar. 2025.

ROCKMANN, Roberto. Pauta da transição energética inclui salvaguardas para comunidades Valor Econômico, 2024a. Disponível em: <https://valor.globo.com/publicacoes/especiais/revista-sustentabilidade/noticia/2024/10/31/pauta-da-transicao-energetica-inclui-salvaguardas-para-comunidades.ghtml>. Acesso em: 04 fev. 2025.

ROCKMANN, Roberto. Potência verde. Carta Capital, 2024b. Disponível em: <https://www.cartacapital.com.br/politica/potencia-verde/>. Acesso em: 28 mar. 2025.

ROCKMANN, Roberto; MATTOS, Lúcio. Curto-circuito: quando o Brasil quase ficou às escuras (2001-2002), s/e: s/c, 2021.

RODNEY, Walter. Como a Europa Subdesenvolveu a África. São Paulo, SP: Boitempo, 2022.

ROGGENBUCK, Anna; SOL, Xavier. Flattering to deceive: a reality check for the “EU Climate Bank”. Bankwatch Network e Counterbalance, 2022. Disponível em: https://bankwatch.org/wp-content/uploads/2022/06/EIB-Climate-Report_w.pdf. Acesso em: 11 fev. 2025.

RODRIGUES, Robson. SPIC Brasil e Ceará firmam memorando de entendimentos para energia renovável no Porto do Pecém. Valor Econômico, 2023a. Disponível em: <https://valor.globo.com/empresas/noticia/2023/04/19/spic-brasil-e-cear-firmam-memorando-de-entendimentos-para-energia-renovvel-no-porto-do-pecem.ghtml>. Acesso em: 13 mar. 2025.

RODRIGUES, Clarice. Partilha injusta do Plano Safra revela os dois lados da mesma moeda. São Paulo, SP: Brasil de Fato, 2023b. Disponível em:

<https://www.brasildefato.com.br/2023/09/10/partilha-injusta-do-plano-safra-revela-os-dois-lados-da-mesma-moeda/>. Acesso em: 31 mar. 2025.

ROSA, Bruno. Conta de luz pode ficar até 13% mais cara com novos subsídios ao setor; entenda Rio de Janeiro, RJ: O Globo, 2024. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/economia/noticia/2024/07/06/novos-subsidios-para-energia-eolica-e-solar-podem-ter-impacto-de-r-289-bi-por-ano-nas-tarifas.ghtml>. Acesso em: 02 abr. 2025.

RUDDY, Gabriela. Consórcio Nordeste defende retomar benefício para novas renováveis em marco legal do hidrogênio. Portal Eixos, 2024a. Disponível em: <https://eixos.com.br/hidrogenio/consorcio-nordeste-defende-retomar-beneficio-para-novas-renovaveis-em-marco-legal-do-hidrogenio/>. Acesso em: 03 abr. 2025.

RUDDY, Gabriela. Setor eólico recupera otimismo com marco legal das offshore. Portal Eixos, 2024b. Disponível em: <https://eixos.com.br/eolica/setor-eolico-recupera-otimismo-com-marco-legal-das-offshore/>. Acesso em: 05 abr. 2025.

RYSTAD ENERGY. China set to smash national hydrogen targets, solidifying lead in global electrolyzer market. 2024. Disponível em: <https://www.rystadenergy.com/news/china-hydrogen-targets>. Acesso em: 21 jan. 2025.

SÁ BARRETO, E. S. O capital na estufa: para a crítica da economia das mudanças climáticas. Rio de Janeiro: Consequência, 2018.

SABINO, Alex. Entre jacarés, macacos e guarás-vermelhos, porto de Santos planeja hidrogênio verde. Folha de S. Paulo, 2024. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2024/10/entre-jacares-macacos-e-guaras-vermelhos-porto-de-santos-planeja-hidrogenio-verde.shtml>. Acesso em: 13 mar. 2025.

SABINO, Alex; FRAISSAT, Zanone. Ministério Público e ativistas criticam contratos de eólicas e solares no Nordeste; veja video. Folha de S. Paulo, 2024. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2024/08/ministerio-publico-e-ativistas-criticam-contratos-de-eolicas-e-solares-no-nordeste-veja-video.shtml>. Acesso em: 17 mar. 2025.

SALGADO, Felipe. Senado derruba os destaques do PL do hidrogênio verde. Poder 360, 2024a. Disponível em: <https://www.poder360.com.br/poder-congresso/senado-derruba-os-destaques-do-pl-do-hidrogenio-verde/>. Acesso em: 03 abr.

SALGADO, Felipe. Emenda de Cid Gomes ao PL do hidrogênio é “absurda”, diz especialista. Poder 360, 2024a. Disponível em: <https://www.poder360.com.br/poder-congresso/emenda-de-cid-gomes-ao-pl-do-hidrogenio-e-absurda-diz-especialista/>. Acesso em: 03 abr. 2025.

SAMPAIO, Cristiane. ‘Lavajatismo’ e Congresso mais conservador: veja o cenário que se anuncia para o Legislativo. Brasília, DF: Brasil de Fato, 2022. Disponível em: <https://www.brasildefato.com.br/2022/10/07/lavajatismo-e-congresso-mais-conservador-veja-o-cenario-que-se-anuncia-para-o-legislativo/>. Acesso em: 03 abr. 2025.

SANTA CATARINA. Lei Nº 19.062, de 1º de outubro de 2024. Dispõe sobre a Política Estadual do Hidrogênio Verde no Estado de Santa Catarina e adota outras providências. ALESC, 2024. Disponível em: https://leis.alesc.sc.gov.br/html/2024/19062_2024_lei.html. Acesso em: 15 mar. 2025.

SANTOS, Andrea. Alepa debate "Transição Energética - Fontes Renováveis e Produção de Hidrogênio". Alepa, 2023. Disponível em:

<https://www.alepa.pa.gov.br/Comunicacao/Noticia/7579/alepa-debate-transicao-energetica-fontes-renovaveis-e-producao-de-hidrogenio>. Acesso em: 15 mar. 2025.

SANTOS, Marcelo. Espanha enfrenta superprodução de eletricidade: energia solar e eólica ultrapassam demanda e país não sabe o que fazer. Petrosolgas, 20 jun. 2024. Disponível em: <https://petrosolgas.com.br/espanha-enfrenta-superproducao-de-eletricidade-energia-solar-e-eolica-ultrapassam-demanda-e-pais-nao-sabe-o-que-fazer/>

SARDI, Marcio Achilles. Avanço do perfil conservador de deputados e senadores mantém tendência histórica do Parlamento. Brasília, DF: Rádio Câmara, 2022. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/radio/programas/911575-avanco-do-perfil-conservador-de-deputados-e-senadores-mantem-tendencia-historica-do-parlamento/>. Acesso em: 03 abr. 2025.

SASSEN, S. A Land Grabs Today: feeding the disassembling of national territory. *Globalizations*, v.10, n.1, 2013.

SAUER, S., BORRAS Jr., S. 'Land grabbing' e 'green grabbing': uma leitura da 'corrida na produção acadêmica' sobre a apropriação global de terras. *Campo – Território*, v.11, n.23, jul., 2016.

SAUER, S.; LEITE, A. Z.; TUBINO, N. L. G. Agenda política da terra no governo Bolsonaro. *Revista da Anpege*, São Paulo, v. 16, n. 29, p. 285-318, 2020. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/anpege/article/view/12518/pdf>. Acesso em: 20 fev. 2025.

SCHANDERT, Sylvia. Porto de Arroio do Sal pode ser incluído na rota de transporte do hidrogênio verde. DatamarNews, 2023. Disponível em: <https://www.datamarnews.com/pt/noticias/porto-de-arroio-do-sal-pode-ser-incluido-na-rota-de-transporte-do-hidrogenio-verde/>. Acesso em: 13 mar. 2025.

SCHOLVIN, Soren; BLACK, Anthony; ROBBINS, Glen. Green Hydrogen as a Driver of Development? De-Risking and Production Linkages with New Value Chains in South Africa and Chile. PRISM - Policy Research on International Services and Manufacturing, Working Paper Series Number 2024-3, 2024. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/383312610_Green_hydrogen_as_a_driver_of_development_de-risking_and_production_linkages_with_new_value_chains_in_South_Africa_and_Chile. Acesso em: 09 fev. 2025.

SCHREYER, F.; UECKERDT, F.; PIETZCKER, R.; RODRIGUES, R.; ROTTOLI, M.; MADEDDU, S.; PEHL, M.; HASSE, R.; LUDERER, G. Distinct roles of direct and indirect electrification in pathways to a renewables-dominated European energy system. *Open Earth* 7, pp. 226-241. 2024a. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S259033222400037X>. Acesso em: 26 jan. 2025.

SCHREYER, F.; UECKERDT, F.; PIETZCKER, R.; RODRIGUES, R.; ROTTOLI, M.; MADEDDU, S.; PEHL, M.; HASSE, R.; LUDERER, G. Document S1. Figures S1–S18; Tables S1 and S2. Disponível em: <https://ars.els-cdn.com/content/image/1-s2.0-S259033222400037X-mmcl.pdf>. Acesso em: 26 jan. 2025.

SEEG - Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa. Análise das emissões de gases do efeito estufa e suas implicações para as metas climáticas do Brasil 1970-2023. SEEG, 2024. Disponível em: https://oc.eco.br/wp-content/uploads/2024/11/FINAL_SEEG_emissoes_2024_v7.pdf. Acesso em: 31 mar. 2025.

SDPI RS - SECRETARIADO DE DESENVOLVIMENTO E PROMOÇÃO DO INVESTIMENTO. Atlas Eólico. Porto Alegre: SDPI/Governo do Estado do Rio Grande do Sul, 116 p., 2014. Disponível em: <https://sema.rs.gov.br/atlas-eolico-do-rs>. Acesso em: 1 mar. 2022. Disponível em: <https://www.sema.rs.gov.br/upload/arquivos/202501/30163829-livro-atlas-rs-2014.pdf>. Acesso em: 19 mar. 2025.

SEMA RS – SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE DO RIO GRANDE DO SUL. Governo lança Programa de Desenvolvimento da Cadeia de Hidrogênio Verde no RS. Governo do Estado do Rio Grande do Sul, 2023a. Disponível em: <https://www.estado.rs.gov.br/governo-lanca-programa-de-desenvolvimento-da-cadeia-de-hidrogenio-verde-no-rs>. Acesso em: 14 mar. 2025.

SEMA RS – SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE DO RIO GRANDE DO SUL. RS e Holanda firmam parceria para fomentar mercado de hidrogênio verde nos portos gaúchos. Governo do Estado do Rio Grande do Sul, 2023b. Disponível em: <https://www.estado.rs.gov.br/rs-e-holanda-firmam-parceria-para-fomentar-mercado-de-hidrogenio-verde-nos-portos-gauchos>. Acesso em: 14 mar. 2025.

SEMA RS – SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE DO RIO GRANDE DO SUL. Estado assina memorando de entendimento com a empresa Begreen para construção de três unidades produtoras de hidrogênio verde. Governo do Estado do Rio Grande do Sul, 2024. Disponível em: <https://www.estado.rs.gov.br/estado-assina-memorando-de-entendimento-com-a-empresa-begreen-para-construcao-de-tres-unidades-produtoras-de-hidrogenio-verde>. Acesso em: 14 mar. 2025.

SEMIL SP – SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE, INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA. Governo de SP lança pacote de fomento à descarbonização com crédito de R\$ 500 milhões. Governo do Estado de São Paulo, 2023. Disponível em: <https://semil.sp.gov.br/2023/06/governo-de-sp-lanca-pacote-de-fomento-a-descarbonizacao-com-credito-de-r-500-milhoes/>. Acesso em: 15 mar. 2025.

SENADO FEDERAL. Fórum da Geração Ecológica – Sumário Executivo: Relatório Final. Vol. 1. Brasília, DF: Senado Federal, 2022. Disponível em: https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/598433/Forum_geracao_ecologica_v.1.pdf?sequence=6&isAllowed=y. Acesso em: 31 mar. 2025.

SENADO FEDERAL. Comissão Especial para Debate de Políticas Públicas sobre Hidrogênio Verde (CEHV). Proposta de Plano de Trabalho – 2023. Brasília, DF: Senado Federal, 2023. Disponível em: <https://legis.senado.leg.br/sdleg-getter/documento/download/acfd7e39-15a7-4f80-b7d1-b19363d95dec>. Acesso em: 01 abr. 2025.

SENADO FEDERAL. SENADO FEDERAL Da COMISSÃO ESPECIAL PARA DEBATE DE POLÍTICAS PÚBLICAS SOBRE HIDROGÊNIO VERDE, sobre o Projeto de Lei nº 1878, de 2022, que Cria a Política que regula a produção e usos para fins energéticos do Hidrogênio Verde. Disponível em: https://legis.senado.leg.br/sdleg-getter/documento?dm=9635130&ts=1739992499019&rendition_principal=S&disposition=inline. Acesso em: 02 abr. 2025.

SENADO FEDERAL. Audiências Públicas da CEHV. Site oficial do Senado Federal, Atividade Legislativa, s/d. Disponível em: <https://legis.senado.leg.br/atividade/comissoes/comissao/2589/audiencias>. Acesso em: 02 abr. 2025.

SERODIO, Guilherme. Mingyang Smart Energy pretendem fabricar equipamentos para eólicas offshore no Ceará. Portal Eixos, 2020. Disponível em: <https://eixos.com.br/energia-eletrica/chineses-pretendem-fabricar-equipamentos-para-eolica-offshore-no-ceara/>. Acesso em: 13 mar. 2025.

SERPA, Egídio. Eólica offshore: Abeeólica e Abemar tornam públicas suas divergências. Diário do Nordeste, 2022a. Disponível em: <https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/opinioao/colunistas/egidio-serpa/eolica-offshore-abeeolica-e-abemar-tornam-publicas-suas-divergencias-1.3206302>. Acesso em: 10 mar. 2025.

SERPA, Egídio. Eólica offshore: Ibama instaura novo processo para Projeto Asa Branca. Diário do Nordeste, 2022b. Disponível em: <https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/opinioao/colunistas/egidio-serpa/eolica-offshore-ibama-instaura-novo-processo-para-projeto-asa-branca-1.3184118>. Acesso em: 18 mar. 2025.

SERPA, Egídio. Projetos do Hidrogênio Verde paralisados no Brasil por falta de regulação. Diário do Nordeste, 2023. Disponível em: <https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/opinioao/colunistas/egidio-serpa/projetos-do-hidrogenio-verde-paralisados-no-brasil-por-falta-de-regulacao-1.3401920>. Acesso em: 30 mar. 2025.

SERPA, Egídio. Eólica offshore: no Congresso, o lobby pela energia suja. Diário do Nordeste, 2024. Disponível em: <https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/opinioao/colunistas/egidio-serpa/eolica-offshore-no-congresso-o-lobby-pela-energia-suja-1.3537528>. Acesso em: 10 mar. 2025.

SHAFIEE, R.; SCHRAG, D. P. Carbon abatement costs of green hydrogen across end-use sectors. *Joule*, Volume 8, Issue 12 p3281-3289, December 18, 2024. Disponível em: [https://www.cell.com/joule/abstract/S2542-4351\(24\)00421-5?_returnURL=https%3A%2F%2Flinkinghub.elsevier.com%2Fretrieve%2Fpii%2FS2542435124004215%3Fshowall%3Dtrue](https://www.cell.com/joule/abstract/S2542-4351(24)00421-5?_returnURL=https%3A%2F%2Flinkinghub.elsevier.com%2Fretrieve%2Fpii%2FS2542435124004215%3Fshowall%3Dtrue). Acesso: 05 fev. 2025.

SHALAL, A.; GARDNER, T.; HOLLAND, S. U.S. waives sanctions on Nord Stream 2 as Biden seeks to mend Europe ties. Reuters, 2021. Disponível em: <https://www.reuters.com/business/energy/us-waive-sanctions-firm-ceo-behind-russias-nord-stream-2-pipeline-source-2021-05-19/>. Acesso em: 23 jan. 2025.

SHORES, Nicholas. Brasil e Alemanha estudam criação de hub de hidrogênio verde em Cubatão. Revista Veja, 2024. Disponível em: <https://veja.abril.com.br/coluna/radar/brasil-e-alemanha-estudam-criacao-de-hub-de-hidrogenio-verde-em-cubatao/>. Acesso em: 13 mar. 2025.

SIAL, Farwa. SOL, Xavier. The Emperor's New Clothes What's new about the EU's Global Gateway? Eurodad e Counterbalance, 2022. Disponível em: <https://counterbalance.org/uploads/files/EU-global-gateway-report-FINAL.pdf>. Acesso: 06 fev. 2025.

SILVA, Francisco Adilson da; HOFSTAETTER, Moema. Vozes dos territórios por uma transição energética justa e popular. *Le Monde Diplomatique*, 2024. Disponível em: <https://diplomatie.org.br/transicao-energetica-justa-e-popular/>. Acesso em: 18 mar. 2025.

SIMÕES, S. G.; CATARINO, J.; PICADO, A.; LOPES, T. F.; BERARDINO, S. D.; AMORIM, F.; GÍRIO, F.; RANGEL, C. M.; LEÃO, T. P. Water availability and water usage solutions for electrolysis in hydrogen production. *Journal of Cleaner Production* Volume

315, 15 September 2021, 128124. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652621023428>. Acesso em: 04 fev. 2025.

SINGH, Udayan; DUNN, Jennifer B. Shale Gas Decarbonization in the Permian Basin: Is It Possible? American Chemical Society - ACS Engineering Au. Vol 2/Issue 3. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acsengineeringau.2c00001>. Acesso em: 22 jan. 2025.

SLEVIN, Isaac; KATTRUP, William; ROBERTS, Timmons. Against the wind: a map of the anti-offshore wind network in the Eastern United States. Brown University Climate and Development Lab, December 2023. Disponível em: <https://www.climatedevlab.brown.edu/post/against-the-wind-a-map-of-the-anti-offshore-wind-network-in-the-eastern-united-states>. Acesso em: 20 fev. 2025.

SMITH-GODFREY, S. (2016). Defining the Blue Economy. Maritime Affairs: Journal of the National Maritime Foundation of India, 12(1), 58–64. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/09733159.2016.1175131>. Acesso em: 16 fev. 2025.

SOBREIRA, Amanda. Eólicas offshore geram divergências e comunidades pesqueiras cobram diálogo no Ceará. Brasil de Fato, 2023. Disponível em: <https://www.brasildefato.com.br/2023/05/03/eolicas-offshore-geram-divergencias-e-comunidades-pesqueiras-cobram-dialogo-no-ceara/>. Acesso em: 19 mar. 2025.

SOLARPOWER EUROPE. EU Market Outlook for Solar Power 2024-2028. 2024. Disponível em: <https://www.solarpowereurope.org/insights/outlooks/eu-market-outlook-for-solar-power-2024-2028/detail>. Acesso em: 21 jan. 2024

SOLDATKIN, Vladimir. Russia completes Nord Stream 2 construction, gas flows yet to start. Reuters, 2021. Disponível em: <https://www.reuters.com/business/energy/russias-gazprom-says-it-has-completed-nord-stream-2-construction-2021-09-10/>. Acesso em: 22 jan. 2025.

STATISTA. Share of extra-EU natural gas import value from Russia from 2010 to 2nd quarter 2024. 2024a. Disponível em: <https://www.statista.com/statistics/1021735/share-russian-gas-imports-eu/>. Acesso em: 22 jan. 2025.

STATISTA. Natural gas imports from Russia in Europe in 2022, by country. 2024b. Disponível em: <https://www.statista.com/statistics/1292984/import-of-natural-gas-by-european-countries-from-russia/>. Acesso em: 22 jan. 2025.

STATISTA. Leading countries by proved natural gas reserves worldwide in 1960 and 2023. 2024c. Disponível em: <https://www.statista.com/statistics/265329/countries-with-the-largest-natural-gas-reserves/>. Acesso em: 22 jan. 2025.

STRATMANN, Klaus. Wie Deutschland sich den Zugriff auf grünen Wasserstoff sichern will. Handelsblatt, 2020. Disponível em: <https://www.handelsblatt.com/politik/deutschland/energiepolitik-wie-deutschland-sich-den-zugriff-auf-gruenen-wasserstoff-sichern-will/26628702.html?ticket=ST-14184648-w9LOWx4tjKOE5RA4w4lB-ap1>. Acesso em: 13 fev. 2025.

STREECK, Wolfgang. Tempo Comprado. A Crise Adiada do Capitalismo Democrático. Lições Adorno em Frankfurt 2012. São Paulo: Boitempo, 2018 (1a. ed. alemã: 2013).

SUAPE. Complexo de Suape terá suporte internacional para desenvolver hidrogênio verde. Complexo Industrial Portuário Suape website, 2023. Disponível em: <https://www.suape.pe.gov.br/pt/noticias/1762-complexo-de-suape-tera-suporte-internacional-para-desenvolver-hidrogenio-verde>. Acesso em: 13 mar. 2025.

SWEENEY, Sean. “Just Energy Partnerships” Are Failing. Jacobin, 2024. Disponível em: <https://jacobin.com/2024/05/just-energy-partnerships-climate-finance>. Acesso em: 09 fev. 2025.

TAVARES, Maria da Conceição. A retomada da hegemonia norte-americana. Revista de Economia Política, v 5, n 2, 1985

TAVARES, L.F. de Assis; SHADMAN, M.; ASSAD, L.P. de Freitas; SILVA, C.; LANDAU, L.; ESTEFEN, S.F. Assessment of the offshore wind technical potential for the Brazilian Southeast and South regions. Energy 2020, 196, 11709. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.117097>. Acesso em: 28 fev. 2025.

TEEVAN, C.; BILAL, S.; DOMINGO, E.; MEDINILLA, A. The Global Gateway: a recipe for eu geopolitical relevance? European Centre for Development Policy Management - ECDPM, Discussion paper no. 323, 2022. Disponível em: <https://ecdpm.org/application/files/4616/5779/4869/Global-Gateway-recipe-EU-geopolitical-relevance-ECDPM-Discussion-Paper-323-2022.pdf>. Acesso em: 08 fev. 2025.

THE EXTRACTOR. What’s next for hydrogen as 8 major companies abandon projects? The Extractor: mapping Namibia’s mineral resources website, 2024. Disponível em: <https://theextractormagazine.com/2024/10/15/whats-next-for-hydrogen-as-8-major-companies-abandon-projects/>. Acesso em: 05 fev. 2025.

TOCANTINS. Lei nº 4.618 de 18/12/2024. Institui a Política Estadual de Atenção às Emergências Climáticas e o Combate ao Racismo Ambiental. Legisweb, 2024. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=470818>. Acesso em: 15 mar. 2025.

TOLMASQUIM, Mauricio. Brasil: potência energética sustentável. Folha de S. Paulo, 2025. Disponível: <https://www1.folha.uol.com.br/opiniao/2025/02/brasil-potencia-energetica-sustentavel.shtml>. Acesso em: 24 fev. 2025.

TORRES, Eduardo. Rio Grande projeta produzir hidrogênio verde para exportação. Jornal do Comércio, 2024. Disponível em: <https://www.jornaldocomercio.com/mapa-economico/regiao-sul/2024/09/1172250-rio-grande-projeta-produzir-hidrogenio-verde-para-exportacao.html>. Acesso em: 13 mar. 2025

TRALDI, Mariana; RODRIGUES, Arlete Moysés. Acumulação por despossessão: a privatização dos ventos para a produção de energia eólica no semiárido brasileiro. Appris Editora, 2022.

TRANSHYDROGEN ALLIANCE. Projects - Pecem. TransHydrogen Alliance website, s/d. Disponível em: <https://transhydrogenalliance.com/projects/pecem/>. Acesso em: 13 mar. 2025.

TSOLOVA, Tsvetelia; KOPER, Anna. Europe decries 'blackmail' as Russia cuts gas to Poland, Bulgaria. Reuters, 2022. Disponível em: <https://www.reuters.com/business/energy/gazprom-says-it-halts-gas-supplies-poland-bulgaria-payments-row-2022-04-27/>. Acesso em: 14 out. 2024.

TUNES, Matheus A. et al. Limitations of Hydrogen Detection After 150 Years of Research on Hydrogen Embrittlement. Advanced Engineering Materials, v. 26, n. 19, 2400776, Oct. 2024. Special Issue: Dedicated to Reinhard Pippan on the Occasion of his 70th Birthday. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/adem.202400776>. Acesso em: 05 fev. 2025.

TUPYNAMBA, José Paulo. Collor defende novo sistema de produção e consumo para evitar catástrofe ambiental. Agência Senado, 2012. Disponível em:

<https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2012/06/01/collor-defende-novo-sistema-de-producao-e-consumo-para-evitar-catastrofe-ambiental>. Acesso em: 01 abr. 2025.

TURQUET, Laura; TABBUSH, Constanza; STAAB, Silke; WILLIAMS, Loui; HOWELL, Brianna. “Feminist Climate Justice: A Framework for Action”. Conceptual framework prepared for Progress of the World’s Women series. New York: UN-Women, 2023. Disponível em: <https://www.unwomen.org/sites/default/files/2023-12/Feminist-climate-justice-A-framework-for-action-en.pdf>. Acesso em: 05 abr. 2025.

TVC. Hidrogênio verde: Ceará assina memorando que prevê investimento de 2 bilhões de dólares. TV Ceará, 2021. Disponível em: <https://www.tvceara.ce.gov.br/2021/10/27/hidrogenio-verde-governo-do-ceara-assina-memorando-que-preve-investimento-de-2-bilhoes-de-dolares/>. Acesso em: 13 mar. 2025.

UMBACH, Frank; PFEIFFER, Joachim. Germany and the EU’s Hydrogen Strategies in Perspective – The Need for Sober Analyses. Periscope, Occasional Analysis Brief Series, Analysis #1. Konrad Adenauer Stiftung - Regional Programme Australia and the Pacific, 2020. Disponível em: <https://www.kas.de/documents/274425/8492225/German+%2B+EU+Hydrogen+Strategies.pdf/b069d44b-5af0-9ec8-da1c-e0c10335e08e?version=1.0&t=1597804839540>. Acesso em: 14 fev. 2025.

UNESCO. The United Nations World Water Development Report 2024: water for prosperity and peace; facts, figures and action examples. Unesco, 2024. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000388952>. Acesso em: 05 fev. 2025.

USA. Department of Energy. Comprehensive Annual Energy Data and Sustainability Performance. [s. l.], 2019c. Disponível em: <https://ctsedwebweb.ee.doe.gov/Annual/Report/TotalSiteDeliveredEnergyUseInAllEndUseSectorsByFederalAgencyBillionBtu.aspx>.

US Senate. H. R. 4350. Purpose: To require the imposition of sanctions with respect to entities responsible for the planning, construction, or operation of the Nord Stream 2 pipeline. Disponível em: <https://www.foreign.senate.gov/imo/media/doc/Risch%20-%20FY2022NDAA%20-%20Nord%20Strem%20%20Amendment.pdf>. Acesso em: 22 jan. 2025.

VASCONCELOS, Rafael Monteiro de. Mapeamento de Modelos Decisórios Ambientais Aplicados na Europa para Empreendimentos Eólicos Offshore. Brasília, DF: IBAMA, 2019.

VASCONCELOS, Gabriel; COLLET, Luciana. Empresas de eólicas offshore desmobilizam investimento no país por demora na regulação. Coluna do Broadcast - Estadão, 2024. Disponível em: <https://www.estadao.com.br/economia/coluna-do-broad/empresas-de-eolicas-offshore-desmobilizam-investimento-no-pais-por-demora-na-regulacao/>. Acesso em: 30 mar. 2025.

VEJA NEGÓCIOS. Ser verde dá retorno, diz Ricardo Mussa, presidente da Raízen Leia mais em: <https://veja.abril.com.br/economia/ricardo-mussa-presidente-da-raizen-defende-etanol-como-chave-da-descarbonizacao>. Veja Negócios, nº 4, 2024. Disponível em: <https://veja.abril.com.br/economia/ricardo-mussa-presidente-da-raizen-defende-etanol-como-chave-da-descarbonizacao>. Acesso em: 11 mar. 2025.

VELTMEYER, H. La dinámica del agroextractivismo en América Latina. *Revista Latinoamericana de Estudios Rurales*, v. 8, n.15, jan./jun., 2023.

VERDELIO, Andreia. Presidente Lula sanciona marco legal do hidrogênio verde. Brasília, DF: Agência Brasil, 2024. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/politica/noticia/2024-08/presidente-lula-sanciona-marco-legal-do-hidrogenio-verde>. Acesso em: 04 abr. 2025.

VEZZONI, Rubén. A “return of the state” in energy transitions? The making of a hydrogen economy in the European Union. ZFW – Advances in Economic Geography. 68(3–4): 195–212. Disponível em: <https://researchportal.helsinki.fi/en/publications/a-return-of-the-state-in-energy-transitions-the-making-of-a-hydro>. Acesso em: 03 fev. 2025.

VIEGAS, Paulo Roberto Alonso. Perspectivas do “Hidrogênio Verde” no Brasil em 2021. Boletim Legislativo nº 90, de 2021. Brasília, DF: Núcleo de Estudos e Pesquisas/CONLEG/Senado Federal, 2021. Disponível em: https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/589405/Boletim_legislativo_90-2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 01 abr. 2025.

VIEIRA, Lara. Comunidades fazem manifestação contra usinas eólicas e nucleares no Ceará. Jornal OPOVO. Disponível em: <https://www.opovo.com.br/noticias/fortaleza/2023/12/11/comunidades-fazem-manifestacao-contra-usinas-eolicas-e-nucleares-no-ceara.html>

WANDERLEY; Luiz Jardim; MANSUR, Maíra Sertã; FRAGA, Diego José Nogueira Fraga. Transição Desigual: as violações da extração dos minerais para a transição energética no Brasil. Comitê Nacional em Defesa dos Territórios Frente à Mineração e Observatório dos Conflitos da Mineração no Brasil, 2024. Disponível em: https://emdefesadosterritorios.org/wp-content/uploads/2024/07/TRANSICAO_DESIGUAL_as_violacoes_da_extracao_dos_minerais_para_a_transicao_energetica_no_Brasil_.pdf. Acesso em: 20 fev. 2025.

WANZELLER, Marisa. Hidrogênio verde: relatório restringe conceito apenas a eólicas e solares; votação em Plenário é adiada. Agência Infra, 2024. Disponível em: <https://agenciainfra.com/blog/hidrogenio-verde-relatorio-restringe-conceito-apenas-a-eolicas-e-solares-votacao-em-plenario-e-adiada/>. Acesso em: 04 abr. 2025.

WESTERVELT, Amy. The U.S. Anti-Wind Movement, Explained. Drilled, 2024. Disponível em: <https://drilled.media/news/podcast-antiwind>. Acesso em: 20 fev. 2025.

WESTWOOD Global Energy Group. Hydrogen Compass – May 2024. Disponível em: <https://www.westwoodenergy.com/subsectors/hydrogen/hydrogen-compass-may-2024>. Acesso em: 05 fev. 2025.

WHITE, Sarah. France struggles to overcome its resistance to wind farms. Financial Times, 2022. Disponível em: <https://www.ft.com/content/4661b634-9a31-4b7b-a7a2-26b6e9aa6a4a>. Acesso em: 20 fev. 2025.

WILSON, C.; KERRIDGE, B. J.; SIDDANS, R.; MOORE, D. P.; VENTRESS, L. J.; DOWD, E.; FENG, Wuhu; CHIPPERFIELD, M. P.; REMEDIOS, J. J. Quantifying large methane emissions from the Nord Stream pipeline gas leak of September 2022 using IASI satellite observations and inverse modelling. Atmospheric Chemistry and Physics, v. 24, n. 18, p. 10639–10653, 2024. Disponível em: <https://acp.copernicus.org/articles/24/10639/2024/acp-24-10639-2024.html>. Acesso em: 23 jan. 2025.

WINDWAHN. Karte der Bürgerinitiativen. Windwahn website, s/d. Disponível em: <https://www.windwahn.com/karte-der-buergerinitiativen/>. Acesso em: 20 fev. 2025.

WMO - World Meteorological Organization. WMO confirms 2024 as warmest year on record at about 1.55°C above pre-industrial level. WMO, 2025. Disponível em: <https://wmo.int/news/media-centre/wmo-confirms-2024-warmest-year-record-about-155degc-above-pre-industrial-level>. Acesso em: 05 fev. 2025.

WOOD MACKENZIE. Latin America offshore wind to see 34 GW of installed capacity by 2050. 18 out. de 2022. Disponível em: <https://www.woodmac.com/press-releases/latin-america-offshore-wind-to-see-34-gw-of-installed-capacity-by-2050/>

WOOD MACKENZIE. The competitive edge of China's electrolyzers. 2024. Disponível em: <https://www.woodmac.com/news/opinion/the-competitive-edge-of-chinas-electrolyzers/>.

Acesso em: 21 jan. 2025

WRI - World Resources Institute. Aqueduct - Water Risk Atlas. WRI, 2023. Disponível em: <https://www.wri.org/applications/aqueduct/water-risk-atlas>. Acesso em: 11 fev. 2025.

WWF – WORLD WILDLIFE FUND. Rotas para a produção do hidrogênio sustentável no Brasil – análise ambiental e econômica. WWF Brasil, 2023. Disponível em: https://wwfbrnew.awsassets.panda.org/downloads/factsheet_hidrogeniobaixocarbono_final.pdf. Acesso em: 03 abr. 2025.

XAVIER, Thomaz Willian de Figueiredo. Análise participativa dos potenciais impactos socioambientais de parques eólicos marinhos (offshore) na pesca artesanal no estado do Ceará, Brasil. 2022. 266 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/64683>. Acesso em: 17 out. 2024.

XAVIER, Luiz Gustavo. Lira: pauta verde está entre as prioridades deste semestre. Brasília, DF: Agência Câmara de Notícias, 2023. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/noticias/994345-lira-pauta-verde-esta-entre-as-prioridades-deste-semester/>. Acesso em: 03 abr. 2025.

XIAOYING, Y.; YUTONG, L.; JIYING, G. In Depth: In China, Hydrogen's Star Rises. Global Neighbours - The European Forum on China, Asia & Beyond. 2023. Disponível em: <https://www.globalneighbours.org/in-depth-in-china-hydrogens-star-rises/>. Acesso em: 21 jan. 2025.

YERGIN, Daniel. O petróleo: Uma história mundial de conquistas, poder e dinheiro. 1. ed. Rio de Janeiro: Paz & Terra, 2012. ISBN 8577531295.

YERGIN, Daniel. O novo mapa: energia, clima e o conflito entre nações. 1. ed. São Paulo: Bookman, 2023. 544 p. ISBN 8582606001.

YUTONG, L.; YAOYU, C. Eletrolisadores de hidrogênio podem ser próxima grande exportação da China, diz especialista. Folha de S. Paulo, 2024. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2024/04/eletrolisadores-de-hidrogenio-verde-podem-ser-proxima-grande-exportacao-da-china-diz-especialista.shtml>. Acesso em: 21 jan. 2025.

YDERSBOND, Inga Margrete. Multi-level lobbying in the EU: The case of the Renewables Directive and the German energy industry. Fridtjof Nansens Institutt xReport. No. 10, p. 123, 2012. Disponível em: <https://www.fni.no/getfile.php/131963-1469869928/Filer/Publikasjoner/FNI-R1012.pdf>. Acesso em: 18 jan. 2025.

ZANOBIÁ, Luana. O que é preciso para viabilizar o hidrogênio verde? Veja Negócios, 2024. Disponível em: <https://veja.abril.com.br/economia/o-que-e-preciso-para-viabilizar-hidrogenio-verde/>. Acesso em: 05 fev. 2025.

ZANOTELLI, Cláudio. Sem transição: genealogia da invenção da “transição energética”, uma leitura do historiador Jean-Baptiste Frescoz. *Ateliê Geográfico - Goiânia-GO*, v. 18, n. 2, ago./2024, p. 82 – 132. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/atelie/article/view/79595/41327>. Acesso em: 02 fev. 2025.

ZOTIN, M. Z. (2021). A liderança chinesa na transição energética global. *Ensaio Energético*, 11 de março, 2021. Acesso em: 21 jan. 2025.

ZPECEARÁ. Hub de hidrogênio verde do complexo do Pecem. *ZPE Ceará*, 2022. Disponível em: <https://zpeceara.com.br/hubh2v/>. Acesso em: 11 nov. 2023.