

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE RELAÇÕES INTERNACIONAIS
CURSO DE RELAÇÕES INTERNACIONAIS

MARIA EDUARDA COSTA MARQUES DE MORAES E SILVA

**O HIDROGÊNIO DE BAIXA EMISSÃO DE CARBONO NA PROMOÇÃO DA
POLÍTICA INDUSTRIAL VERDE NO BRASIL**

João Pessoa-PB

2024

MARIA EDUARDA COSTA MARQUES DE MORAES E SILVA

**O HIDROGÊNIO DE BAIXA EMISSÃO DE CARBONO NA PROMOÇÃO DA
POLÍTICA INDUSTRIAL VERDE NO BRASIL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como requisito parcial à obtenção do título de
bacharel em Relações Internacionais pela
Universidade Federal da Paraíba, Centro de
Ciências Sociais Aplicadas, Campus I, João
Pessoa - PB.

ORIENTADORA: PROF^a DRA. ELIA ELISA CIA ALVES

João Pessoa-PB

2024

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

S586h Silva, Maria Eduarda Costa Marques de Moraes e.
O hidrogênio de baixa emissão de carbono na promoção
da política industrial verde no Brasil / Maria Eduarda
Costa Marques de Moraes e Silva. - João Pessoa, 2024.
62 f. : il.

Orientação: Elia Elisa Cia Alves.
TCC (Graduação) - UFPB/CCSA.

1. Política industrial verde. 2. Hidrogênio. 3.
Transição energética. 4. Neoindustrialização. I. Alves,
Elia Elisa Cia. II. Título.

UFPB/CCSA

CDU 327

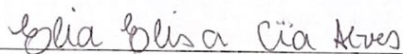
MARIA EDUARDA COSTA MARQUES DE MORAES E SILVA

O HIDROGÊNIO DE BAIXA EMISSÃO DE CARBONO NA PROMOÇÃO DA
POLÍTICA INDUSTRIAL VERDE NO BRASIL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Relações Internacionais do Centro
de Ciências Sociais Aplicadas (CCSA) da
Universidade Federal da Paraíba (UFPB),
como requisito parcial para obtenção do grau
de bacharel (a) em Relações Internacionais.

Aprovado(a) em, 14 de Outubro de 2024

BANCA EXAMINADORA



Profa. Dra. Elia Elisa Cía Alves – (Orientadora)
Universidade Federal da Paraíba - UFPB



Prof. Dr. Henrique Zeferino de Menezes
Universidade Federal da Paraíba - UFPB



Prof. Dr. Lucas Milanez de Lima Almeida
Universidade Federal da Paraíba - UFPB

À minha família e, em especial, ao meu avô,
Enéas Rosa De Moraes, exemplo de
integridade, humildade e coragem. Sua
trajetória, do Pantanal Matogrossense até o Rio
de Janeiro, me inspira a viver a minha e
sempre alçar grandes voos.
Ser sua neta será sempre um dos maiores
orgulhos da minha vida, Capitão!

Agradecimentos

Ao final de uma jornada tão importante, percebo que só pude chegar até aqui porque algumas pessoas muito especiais acreditaram em mim. Meus pais, Jeferson e Alessandra, não mediram esforços para que esse sonho se tornasse realidade, trabalharam incansavelmente para que eu pudesse viver uma vida confortável e estável em outro estado. Sem a confiança e apoio de vocês eu não teria conseguido! Obrigada por acreditarem em mim, mesmo quando nem eu achei que seria possível. Mãe, você me inspira a ser gentil e independente, e eu te agradeço por estar sempre ao meu lado. Pai, de você veio a ideia desse TCC, obrigada por me inspirar a fazer sempre melhor diante das minhas possibilidades.

Bibica, ter você ao meu lado é o melhor presente que papai e mamãe puderam me dar, obrigada por ser minha melhor amiga, me apoiar e me lembrar que independente da distância, nós nunca estivemos sozinhas. Você é meu espelho em tudo, mas especialmente como profissional, sua competência, talento e humildade vão te levar para lugares incríveis, tenho muito orgulho de você!

Aos meus avós, Vovó Deva, Vovó Ana Maria e Vovô Enéas, minha vida com vocês é mais colorida e repleta de amor, a trajetória de vocês me inspira, me incentiva e me impulsiona a seguir sempre em frente, pois eu sei que terei para onde voltar! À minha família, que esteve ao meu lado desde o primeiro dia, nunca esquecerei todo o apoio que tive para conseguir estruturar minha casa em João Pessoa, vocês são parte disso!

Aos meus amigos, em especial a família que construí aqui em João Pessoa, penso que Deus se faz presente na minha vida por meio de vocês, que tornaram este caminho mais fácil e mais feliz. Adriano, você faz meus dias mais doces, obrigada por nunca soltar a minha mão. Marina, você me ensina a ver bondade no mundo, obrigada por ser um ponto de apoio nos momentos em que mais precisei e obrigada por triplicar nossa alegria ao dividir comigo duas das melhores pessoas do mundo, Alexia e Vitor, minha caminhada com a *comissão* se transformou em uma das melhores aventuras da minha vida, com vocês tudo se transforma em algo extraordinário, independente de onde estivermos. Letícia e Lúcio, serei eternamente grata por dividir com vocês a experiência vivenciada na Líderi, obrigada por confiarem em mim. Jordana, sua companhia me trouxe alegria e tranquilidade aos momentos mais difíceis. Rafinha, Wemyll e Thaís, agradeço pelo companheirismo, vocês tornam tudo mais especial.

À Líderi Jr. Consultoria Internacional e a todos os colegas que estiveram comigo na jornada intensa dentro da EJ. Por fim, agradeço a minha orientadora, Prof^a Elia Alves, por toda a paciência e apoio incondicional durante o desenvolvimento deste trabalho, os seus direcionamentos foram essenciais em todos os momentos.

RESUMO

O presente trabalho investiga o papel do hidrogênio de baixa emissão de carbono no contexto da transição energética e sua relação com a nova política industrial brasileira, a partir de uma análise comparada do Programa Nacional de Hidrogênio (2022) e do Plano de Ação da Nova Indústria Brasil (NIB), implementado em 2024, pelo governo Lula III. A agenda da transição energética, discutida amplamente em fóruns internacionais, visa à redução de gases de efeito estufa (GEE) e à promoção do desenvolvimento sustentável. O Brasil, com uma matriz energética rica em fontes renováveis e vantagens competitivas na produção do hidrogênio, apresenta-se como um ator estratégico na produção, consumo e exportação desse recurso. Nesse sentido, o estudo explora a aderência do PNH2 à NIB, buscando compreender o papel dessa fonte de energia descarbonizada na promoção de políticas industriais verde, ao investigar se as metas do hidrogênio, estabelecidas antes da NIB, estariam alinhadas aos objetivos da neoindustrialização e do desenvolvimento sustentável do Brasil. A abordagem teórica sobre políticas orientada por missões de Mazzucato é utilizada para estruturar a avaliação acerca do desenvolvimento através da política industrial verde. São destacados alguns desafios nesse processo, como a necessidade de fortalecer o desenvolvimento econômico nacional para evitar uma dependência do setor externo. Além disso, o estudo avalia os acordos internacionais firmados pelo Brasil no âmbito do hidrogênio entre 2010 e 2024, bem como seu impacto na inserção do país na agenda global de transição energética. Em conclusão, o estudo apresenta considerações sobre a capacidade positiva do Brasil em utilizar o hidrogênio como uma oportunidade para impulsionar sua política industrial verde, promover a pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I) e ampliar sua participação no cenário global de energias renováveis, entretanto, chama-se a atenção para falhas no detalhamento das metas desenhadas na Missão 5 do plano da NIB.

Palavras chave: Política industrial verde. Hidrogênio. Transição energética. Neoindustrialização.

ABSTRACT

This paper investigates the role of low-carbon hydrogen in the context of the energy transition and its relationship with Brazil's new industrial policy, through a comparative analysis of the Programa Nacional de Hidrogênio (2022) (National Hydrogen Program) and the Plano de Ação da Nova Indústria Brasil (Action Plan for the New Industry Brazil), implemented in 2024 by the Lula III government. The energy transition agenda, widely discussed in international forums, aims to reduce greenhouse gas (GHG) emissions and promote sustainable development. Brazil, with an energy matrix rich in renewable sources and competitive advantages in hydrogen production, presents itself as a strategic player in the production, use, and export of this resource. In this sense, the study explores the adherence of the PNH2 to the NIB, seeking to understand the role of this decarbonized energy source in promoting green industrial policies, by investigating whether the hydrogen targets established prior to the NIB are aligned with the objectives of neoindustrialization and sustainable development in Brazil. The theoretical framework of mission-oriented policies proposed by Mazzucato is used to structure the evaluation regarding development through green industrial policy. Several challenges in this process are highlighted, such as the need to strengthen national economic development to avoid dependency on the external sector. Additionally, the study assesses the international agreements signed by Brazil in the field of hydrogen between 2010 and 2024, as well as their impact on the country's insertion into the global energy transition agenda. In conclusion, the study presents considerations on Brazil's positive capacity to utilize hydrogen as an opportunity to drive its green industrial policy, promote research, development, and innovation (R&D), and expand its participation in the global renewable energy landscape. However, attention is drawn to shortcomings in the detailing of the targets outlined in Mission 5 of the NIB plan.

;

Key words: Green industrial policy. Hydrogen. Energy transition. Neoindustrialization.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

Figura 1. Projeções de exportação global de hidrogênio em 2030 considerando projetos já anunciados - por países e regiões.....	10
Figura 2. Instrumentos para os Desafios Estruturais: Áreas e subáreas.....	21
Figura 3. Iniciativas de investimentos e projetos de produção de hidrogênio anunciados pelos estados brasileiros.....	29
Figura 4. Estrutura de governança do Programa Nacional do Hidrogênio (PNH2).....	33
Figura 5. Eixos temáticos que compõem as Diretrizes do PNH2.....	34
Figura 6. Prioridades definidas pelo Comitê Gestor do PNH2 para o ciclo do Plano Trienal 2023–2025.....	37
Figura 7. Desenho esquemático proposto pelo Plano de Ação Trienal 2023-2025 do PNH2.....	41
Figura 8. Composição do consumo final total de energia por vetor energético (fonte de energia secundária): Cenário IRENA de 1,5°C.....	46
Figura 9. Projeção de demanda para o Hidrogênio, elaborada pela FGV.....	47
Figura 10. Gráfico com os acordos celebrados por ano (1967-2024).....	50

QUADROS

Quadro 1. Missões da Nova Indústria Brasil.....	19
Quadro 2. Temáticas de aderência e afastamento do PNH2 à NIB.....	43
Quadro 3. Classificação Hierárquica dos Atos Internacionais.....	51
Quadro 4. Ministério das Relações Exteriores: Divisão de Atos Internacionais e Relação de Acordos.....	51

SUMÁRIO

SUMÁRIO.....	6
1. INTRODUÇÃO.....	7
2. A POLÍTICA INDUSTRIAL VERDE E O CONTEXTO BRASILEIRO NO GOVERNO LULA (NIB).....	11
2.1 Desenvolvimento através da política industrial verde? Reflexões teóricas da abordagem orientada por missões.....	12
2.2. A política industrial verde no contexto da promoção do desenvolvimento.....	15
2.3 A Política Industrial do Brasil no governo Lula 3 (NIB).....	17
2.4 Missão 5.....	20
3. A TRANSIÇÃO ENERGÉTICA E O HIDROGÊNIO VERDE: EVOLUÇÃO DO PANORAMA BRASILEIRO E ANÁLISE DO PNH2.....	23
3.1 Transição Energética e Hidrogênio: um panorama da trajetória no Brasil.....	23
3.2 Marco Legal do Hidrogênio de Baixa Emissão de Carbono.....	25
3.3 Programa Nacional do Hidrogênio (PNH2).....	27
3.3.1 Diretrizes e Plano de Trabalho do PNH2.....	29
3.3.2 Objetivos centrais e prioritários e estratégias de ação.....	31
3.4 Aderência do PNH2 (2022) à NIB (2024).....	34
4. CONTEXTO INTERNACIONAL DA TRANSIÇÃO ENERGÉTICA: O CENÁRIO MUNDIAL E OS ACORDOS DE COOPERAÇÃO DO BRASIL.....	39
4.1 Contexto do Hidrogênio na Transição Energética Mundial.....	40
4.2 Análise dos termos acordos do Brasil.....	44
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	50
REFERÊNCIAS.....	52
ANEXOS.....	56

1. INTRODUÇÃO

A agenda da Transição Energética (TE) apresenta-se como um tema de urgência no cenário internacional, presente em fóruns internacionais voltados à discussão climática, como também em outros espaços de discussão de maneira transversal, tais como nas reuniões preparatórias do G20. A Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC) de 1992 representa um marco como a primeira institucionalização do objetivo global de estabilizar a concentração de Gases de Efeito Estufa (GEE) na atmosfera e previu, a partir de sua assinatura, avanços institucionais que deveriam ocorrer no âmbito de Conferências das Partes (COPs).

No âmbito da UNFCCC, a COP21 reuniu, em 2015, mais de 180 países para a negociação de um acordo vinculativo sobre mudanças climáticas, culminando em um acordo internacional com o objetivo de tornar possível um futuro sustentável com redução nos níveis de emissão de carbono e com o compromisso de limitar o aumento da temperatura global em, no máximo, 1,5 graus Celsius (Oliveira et al. 2019). Sob o Acordo de Paris, tratado global adotado pelos países signatários da UNFCCC durante a COP21, os países signatários deveriam adotar medidas de mitigação domésticas, com o objetivo de alcançar os objetivos definidos e manter comunicações sucessivas sobre a evolução das contribuições nacionalmente determinadas (MCTIC, 2021). O Brasil, como um dos países signatários, comprometeu-se com as reduções de GEE em 37% em 2025 e em sequência de 43% em 2030 com base nas emissões de 2005, valores acima da média entre os países em desenvolvimento, fator que posicionou o país como pioneiro nos compromissos climáticos (Oliveira et al. 2019).

A partir disso, a redução na emissão de gases de efeito estufa tornou-se um compromisso global e os fluxos financeiros nacionais e internacionais deveriam ser ajustados, a fim de se posicionar de forma compatível com a trajetória rumo a esse desenvolvimento. Nesse sentido, as políticas nacionais passaram por revisões e novos objetivos e metas passaram a ser incorporados, incluindo a possibilidade de acordos voltados à cooperação técnico-científica para o desenvolvimento e a implementação de uma cadeia de produção de baixo carbono.

A partir da necessidade mundial de mitigação de GEE, a transformação da matriz energética dos países e novas formas de produção de energia passaram a ser exploradas a fim de proporcionar oportunidades de geração de baixo carbono e, diante disso, o Hidrogênio Verde (H2V) surgiu como uma fonte alternativa de energia renovável descarbonizada que se

enquadra nos objetivos de redução das emissões dos GEE. O Brasil emerge como um país detentor de uma oferta abundante de recursos renováveis necessários à geração de energia, fato que representa grande potencial para abrigar plantas industriais de baixo carbono.

A presença de fontes renováveis de energia se apresenta de forma expressiva na matriz energética do Brasil. Em 2023, cerca de 49,1%¹ da matriz energética provinha de fontes renováveis, sendo a Biomassa de Cana (16,9%) e Hidráulica (12,1%) as principais fontes. Além disso, entre os anos de 2022 e 2023, a geração brasileira de eletricidade cresceu 4,6%, com destaque para a queda na geração de gás natural (-7,9%) e petróleo (-19,3%) e aumento da geração de energia solar (+68,1%) e eólica (+17,4%), paralela à estabilidade da geração hídrica (EPE, 2024)². Essas tendências evidenciam o compromisso brasileiro com a transição energética, especialmente ao garantir que o aumento da produção energética nacional ocorra em direção a uma expansão das fontes renováveis, inclusive com o incremento e fortalecimento de novas fontes, como o H2V.

A expansão da geração de energia solar e eólica representa uma oportunidade ainda maior para a implantação de plantas industriais do H2V no Brasil, tendo em vista que a produção do hidrogênio verde depende do abastecimento de energia renovável que permita a eletrólise da água (MME, 2021). Assim, o aumento da oferta de fontes renováveis oferece uma vantagem ao Brasil e posiciona o país como um potencial *player* no mercado global de hidrogênio de baixa emissão de carbono, em direção à TE (Silva et al. 2024).

Diante desse cenário, o Programa Nacional do Hidrogênio³ (PNH2) foi instituído, em 2022, para fortalecer a indústria de hidrogênio no país. Nesse contexto, ocorreu a divulgação do Plano de Trabalho Trienal 2023-2025, documento que unificou as ações para a promoção e consolidação da produção de hidrogênio (MME, 2023a⁴; MME, 2021). A promoção do PNH2, juntamente às ações publicadas no Plano de Trabalho, representa a promoção da TE brasileira.

Além do mercado doméstico, a estruturação da cadeia produtiva do hidrogênio no PNH2 reconhece a oportunidade de atender a uma demanda global por produtos descarbonizados ao produzir e exportar o hidrogênio (MME, 2023a). O Brasil é um dos países engajados no compromisso de promover essa exportação e, a partir dos projetos já anunciados, posiciona-se como um dos principais exportadores até 2030 (IEA, 2023). A

¹ (MME, 2024a)

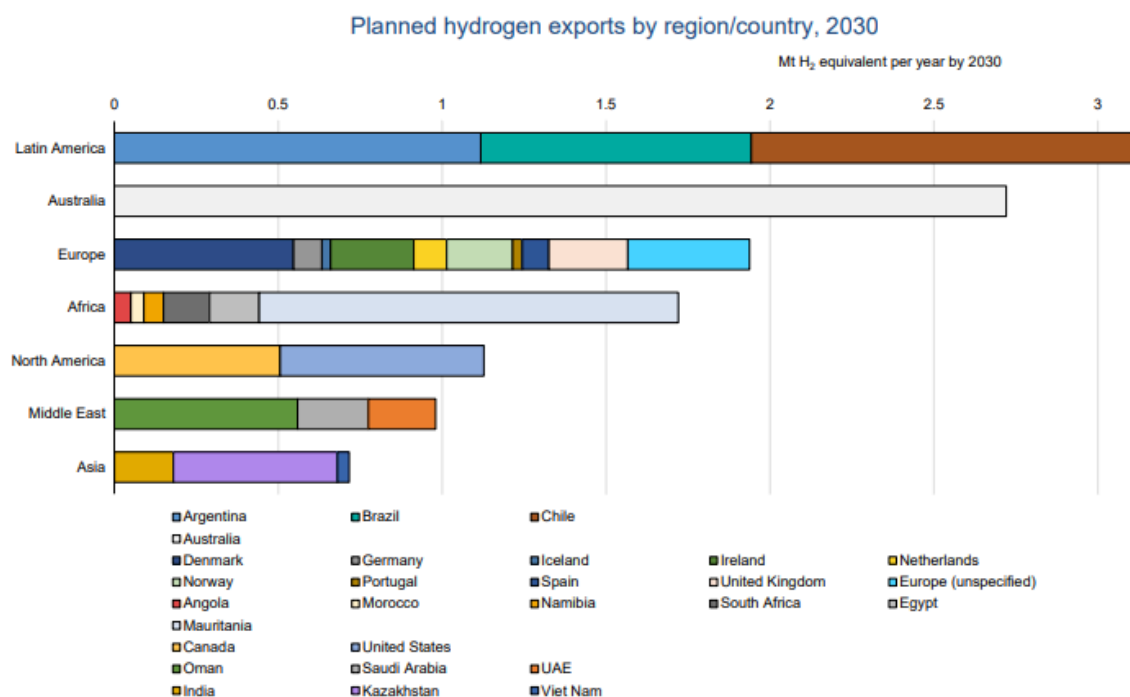
² Anuário Estatístico de Energia Elétrica (EPE, 2024)

³ De modo conceitual, a criação do PNH2 não estabelece nenhuma categoria para classificar o hidrogênio, entretanto, no Plano de Trabalho 2023-2025 é estabelecido que o termo “hidrogênio” deve ser entendido como “hidrogênio de baixa emissão de carbono” (MME, 2023a, p.7).

⁴ Programa Nacional do Hidrogênio: Plano de Trabalho Trienal (2023-2025) - (MME, 2023a)

liderança do Brasil na TE pode proporcionar novas oportunidades para o fortalecimento de parcerias internacionais, incluindo transferência tecnológica, de modo a projetar a América Latina em uma posição de destaque no setor, conforme observado na Figura 1.

Figura 1. Projeções de exportação global de hidrogênio em 2030 considerando projetos já anunciados - por países e regiões



Fonte: IEA (2022, p. 165).

Apesar do potencial de ganhos ao país, destaca-se os possíveis riscos inerentes a este processo. Destes, destaca-se a dificuldade em engendrar o desenvolvimento econômico no país, de modo que, a falta de planejamento e da criação de estruturas institucionais que permitam o desenvolvimento local, seja na etapa da produção, quanto da distribuição, pode reproduzir cenários de baixo desenvolvimento tecnológico no Brasil, transformando o hidrogênio verde em um produto voltado primordialmente à exportação, e não ao desenvolvimento nacional, com transbordamentos tecnológicos para a indústria, por exemplo.

Mazzucato (2023) sugere que o baixo investimento em educação e pesquisa nos países da América Latina e Caribe (ALC) provoca a manutenção de políticas verticais que impedem a criação da dinâmica que une a ciência e a indústria, sendo possível verificar as consequências na manifestação direta de apoio apenas ao desenvolvimento dos setores baseados em *commodities*, ao invés de áreas com potencial transformador para atingir objetivos (Mazzucato, 2023).

Sob essa ótica, a Nova Indústria do Brasil (NIB), projeto da terceira gestão do Presidente da República Luís Inácio Lula da Silva (2023-2026), busca dar um passo em direção à neoindustrialização⁵ com base em uma nova política industrial. Somado ao desenvolvimento de um Plano de Ação 2023-2026, apresenta-se como um cenário estruturado a partir de metas estratégicas, verticais e horizontais, para direcionar os esforços a serem realizados pelo Estado nesse sentido.

Diante do cenário nacional desenhado, busca-se verificar se há a promoção do desenvolvimento de uma indústria nacional verde com a tentativa de criar a base industrial no setor do hidrogênio de baixa emissão de carbono. Frente a esse cenário, é possível verificar a aderência do PNH2 em relação à NIB? A fim de verificar esse questionamento, as duas agendas serão investigadas para avaliar se há convergência entre o PNH2 e o projeto de neoindustrialização, analisando em que medida as metas estabelecidas no PNH2 promovem o desenvolvimento industrial, no âmbito da transição verde. O foco analítico versa em torno do Plano de Trabalho Trienal 2023-2025 e do Marco Regulatório da NIB, sancionado em 2024, além dos acordos internacionais estabelecidos pelo Brasil no tema do hidrogênio. Para isso, o estudo busca atender aos seguintes objetivos específicos:

1. investigar a contextualização do Plano da Neoindustrialização Brasileira (NIB 2024), nos termos teóricos da abordagem da economia por missões (*mission economy*)
2. investigar a aderência do Programa Nacional de Hidrogênio (PNH2) de 2022 aos objetivos da NIB 2024;
3. verificar os padrões da inserção internacional do Brasil para a promoção do H2V e sua aderência aos objetivos da NIB 2024.

O presente trabalho consiste em uma análise do caso brasileiro e de sua nova política industrial, lançada em 2024, a partir da promoção do H2V na agenda da transição energética. Para isso, a abordagem metodológica utilizada foi o estudo de caso, a partir da abordagem proposta por Steiner (2011). A autora descreve o emprego de estudos de caso na pesquisa em política ambiental internacional, propondo seis passos-chave que serão tomados para a realização deste estudo. O primeiro passo será (1) identificar uma questão teórica importante para, em seguida, (2) desenvolver hipóteses e identificar variáveis que participem desse cenário, (3) após os casos selecionados, (4) serão interligados dados a propostas iniciais, em (5) seguida examinar correlações identificadas e, por fim, (6) difundir o caso encontrado.

⁵ “A Neoindustrialização é o termo usado pelo governo Lula/Alckmin para o conjunto de políticas públicas (*policy mix*) direcionado a reverter o processo de desindustrialização prematura que o país vem passando nas últimas décadas com efeitos negativos sociais, políticos e ambientais, além de prejuízos à produtividade, à competitividade e ao crescimento da economia (Cavalcante; Toni, 2023).

Trazendo as etapas para essa pesquisa, primeiro (1) dentro da abordagem teórica de desenvolvimento orientado por missões, identifica-se a urgência da TE diante das mudanças climáticas. Em seguida, (2) a vantagem competitiva do Brasil para o H2 sugere o potencial uso dessa fonte de energia como parte do novo impulso à industrialização, utilizando como variáveis a evolução da geração energética renovável nacional e internacional e os impulsos industriais em direção a estruturação da cadeia produtiva do H2. Nesse sentido, (3) elegeu-se o caso do H2 de baixo carbono, como uma oportunidade de fonte energética no sentido de mitigar as emissões de GEE e impulsionar o desenvolvimento econômico brasileiro. O caso será analisado a partir (4) da verificação da aderência do PNH2 à NIB através da análise documental do programa e dos planos de governo, bem como a Missão e os objetivos estratégicos definidos, a fim de (5) verificar se há conexões entre o impulso para a ampliação do uso do H2 nas propostas de neointustrialização, bem como se há direcionamento para o crescimento sustentável da industrial. Por fim, (6) a apresentação dos resultados deve indicar se existe aderência da pauta renovável na NIB de 2024.

Assim, como procedimentos de pesquisa, utiliza-se análise documental combinada à análise de conteúdo do PNH2 e da NIB, buscando identificar aderências ou contradições entre os dois planos ao verificar os objetivos definidos em cada documento. Além disso, serão analisados os acordos internacionais disponíveis na plataforma do Governo Federal Concórdia, e que foram firmados pelo Brasil para a promoção do hidrogênio de baixa emissão de carbono, a fim de verificar a inserção brasileira nessa agenda.

Para isso, o presente estudo está organizado da seguinte maneira. Além desta introdução, o capítulo 2 trata sobre a implementação da política industrial verde para alcançar o desenvolvimento, através da abordagem orientada por missões proposta por Mazzucato (2021; 2023). Com base nas considerações teóricas, em seguida será apresentada a Nova Indústria Brasil (NIB), com um recorte analítico da Missão 5, que apresenta metas relevantes para a presente pesquisa.

O capítulo 3 aborda a temática da TE e do hidrogênio, discutindo a evolução brasileira nessa agenda e percorrendo os avanços do processo regulatório para a produção e uso do hidrogênio para geração de energia de baixo carbono. Além disso, o Programa Nacional para o Hidrogênio (PNH2) será apresentado, tornando possível a compreensão de sua estrutura de governança, ambições e prioridades definidas em suas diretrizes e plano de trabalho. Ainda, em sua última sessão, este capítulo trata sobre a aderência do PNH2 à NIB, trazendo uma análise comparada dos dois planos.

Por fim, o capítulo 4 apresenta o cenário mundial da transição energética e as perspectivas de evolução do hidrogênio de baixo para os próximos anos. Além disso, o cenário brasileiro será analisado a partir dos termos dos acordos internacionais firmados pelo Brasil com outras nações, a fim de compreender a ocorrência, ou não, da agenda do hidrogênio nas ações políticas externas do país. Nesse sentido, a discussão abordará os interesses dos acordos ao celebrar um ato de cooperação internacional, verificando quais os temas apresentam-se como importantes internacionalmente. Finalmente, o presente trabalho apresenta as considerações finais, sumarizando as conclusões observadas durante a pesquisa.

2. A POLÍTICA INDUSTRIAL VERDE E O CONTEXTO BRASILEIRO NO GOVERNO LULA (NIB)

O cenário da política industrial em construção no Brasil, no contexto do terceiro governo do Presidente Lula, é desenhado a partir de metas desenvolvimentistas, alinhadas à agenda climática, promovidas através da Nova Indústria Brasil (NIB) e das metas aspiracionais ali estabelecidas. Segundo Juhász, Lane e Rodrik (2024), a política industrial busca a reestruturação da economia, por meio de políticas governamentais, para atingir algum objetivo público, sendo utilizada tipicamente para estimular inovação e crescimento econômico destes países. Nesse sentido, abordagens teóricas voltadas ao desenvolvimento, bem como a implementação de políticas industriais verdes, auxiliam a análise do cenário brasileiro a partir da NIB e das ações propostas para alcançar os objetivos ali definidos.

Assim, o presente capítulo busca conectar as considerações teóricas sobre o desenvolvimento guiado por políticas industriais verde à política industrial implementada pelo governo Lula III, com o objetivo de verificar o alinhamento dessas políticas ao desenvolvimento sustentável e a coesão com a NIB.

2.1 Desenvolvimento através da política industrial verde? Reflexões teóricas da abordagem orientada por missões

Em 2023, o Brasil ocupava a 89ª posição no ranking mundial do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD)⁶ e baixa renda *per capita* brasileira igual a R\$ 1.848/mês (IBGE Notícias, 2024b).

⁶ Os dados apresentados pelo PNUD foram utilizados na preparação do Relatório de Desenvolvimento Humano (*Human Development Report*) 2023/2024, publicado em março de 2024. Disponível em: hdr.undp.org

Além de baixos níveis de desenvolvimento, o índice de Gini igual à 0,518⁷ e as altas taxas de analfabetismo, alcançando uma média nacional de 7,0% e 14,2%, no Nordeste, caracterizam, também, as desigualdades, de renda e regionais, persistentes no processo de desenvolvimento do país (IBGE Notícias, 2024a).

Após mais de 30 anos do processo de redemocratização, o Brasil ainda carrega grandes lacunas em seu processo de desenvolvimento e, mesmo antes disso, especialistas já se dedicavam a refletir sobre os motores do desenvolvimento socioeconômico (Alves e Fernandes, 2020). A economista Mariana Mazzucato se destaca como uma analista da linha evolucionária e desenvolvimentista, que vai trazer a importância do Estado para o desenvolvimento sustentável e inclusivo, através do fomento à inovação. Em passagem ao Brasil, em 2023, e em evento com a então ministra brasileira da Gestão e da Inovação em Serviços Públicos (MGI), Esther Dweck, a autora elencou cinco grandes desafios estruturais do Brasil e estes envolvem: “a carga tributária sobre o setor privado; a desindustrialização e o desenvolvimento dependente de *commodities*; as altas dívidas interna e externa; a desigualdade e a vulnerabilidade social e, por fim, o baixo nível de crença nas instituições.” (MGI, 2023). O enfrentamento a esses temas é basilar para promover a industrialização brasileira nos moldes do desenvolvimento sustentável e, segundo a autora, sete temas podem ser considerados para a definição das missões brasileiras, entre eles é possível encontrar a infraestrutura sustentável para a integração produtiva e descarbonização da indústria, para permitir a transição energética e a bioeconomia, assuntos centrais do presente trabalho.

Em sua obra de 2021, *Mission Economy: A Moonshot Guide to Changing Capitalism*, Mazzucato (2021) apresenta os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), estabelecidos pela ONU em 2015 no âmbito da Agenda 2030, os quais enquadram os maiores problemas existentes contemplando, sistematicamente, metas para alcançar um desenvolvimento sustentável. Sugere que os 17 ODS deveriam ser enfrentados a partir da abordagem orientada por Missões, que ocorre de forma multidimensional e intersetorial, conduzindo soluções diversas de baixo para cima (*bottom-up*) (MGI, 2023).

O desenvolvimento sustentável é apresentado como objetivo principal a ser alcançado, através de políticas propostas pelo governo federal brasileiro (2023-2026). Entretanto, alcançar o desenvolvimento socioeconômico nacional é um grande desafio, dadas as limitações impostas pelo contexto brasileiro e, diante desse cenário, Mazzucato e Penna

⁷ “Esse indicador mede a concentração de renda e varia de 0 (mínima desigualdade) a 1 (máxima desigualdade).” Dados disponíveis em: **IBGE Notícias (2024b)**.

(2021) defendem que políticas orientadas por missões podem permitir ao país a retomada em direção a uma trajetória de desenvolvimento positiva.

Para Mariana Mazzucato (2023), a abordagem orientada por missões (*mission-oriented approach*) deve ser desenvolvida em tempos em que inovações criam novos mercados e reestruturam os já existentes, e deve ser aplicada no momento em que uma missão representa grandes desafios, tal qual os 17 ODS Mazzucato (2021) ainda define que o desafio só pode ser resolvido por meio da experimentação e do teste em torno de diversos projetos definidos e guiados por objetivos específicos que, juntos, completam uma missão. Para a autora, a intenção deve ser transformar os desafios escolhidos em missões concretas, com metas aspiracionais e inspiradoras, orientadas para propor soluções diversas ao invés de manter o foco no desenvolvimento ou tecnologia centrada em apenas um setor, catalisando a inovação produzida para vários setores da economia.

A abordagem orientada por missões deve ser liderada pelo governo e seus resultados alcançados por muitos, a autora reafirma a importância do trabalho conjunto entre o setor público e privado e defende que a implementação da abordagem missão-orientada modifica a forma de interação entre esses setores, que devem ter o objetivo de alcançar a missão em conjunto. Nesse contexto, parcerias desenvolvidas entre os setores público e privado são essenciais e devem ser destinadas a resolver os principais problemas sociais que acometem a população brasileira, trabalhar por meio de uma noção comum de ‘propósito’ é, segundo Mazzucato (2021), a chave para implementar uma abordagem orientada para a missão. Além disso, a integração dos cidadãos nessa construção promove um ambiente que favorece a política de inovação e de pesquisa e desenvolvimento, criando um sistema de cooperação que, não necessariamente, será formal (Mazzucato, 2021).

Mazzucato (2023) sugere que indústrias estratégicas⁸ devem envolver a implementação de políticas horizontais, com foco na melhora das condições para a criação de conhecimento, e verticais, com intervenções em áreas particulares, como transporte ou energia, sem investimento nas políticas de promoção de ambas as áreas não existe base para o desenvolvimento de uma indústria estratégica. No entanto, para a autora, o baixo investimento em educação e pesquisa nos países da América Latina e Caribe (ALC) provoca a manutenção exclusiva das políticas verticais, impedindo a criação da dinâmica que une a ciência e a

⁸ A estratégia industrial, tradicionalmente, contém políticas "horizontais" e "verticais". Políticas horizontais concentram-se no setor educacional e de formação, melhorando as oportunidades de educação e criação de conhecimento, ampliando a rede de profissionais habilitados para produzir infraestrutura inovadora. Políticas verticais tendem a focar apenas em áreas ou setores específicos, como transporte, saúde ou energia, ato que pode levar a restrição de fornecimento de subsídio a determinadas empresas ou setores de negócio de forma contínua, reduzindo o incentivo à transformação e inovação (Mazzucato, 2023).

indústria e manifestando-se no apoio direto para o desenvolvimento dos setores baseados em *commodities*, ao invés de áreas com potencial transformador para atingir objetivos de desenvolvimento nacional. Diante de problemas complexos como as mudanças climáticas, as estratégias industriais verticais, direcionadas apenas para intervir e desenvolver áreas específicas, não são consideradas adequadas para possibilitar o sucesso das metas estabelecidas, ao contrário disso, o investimento em educação e pesquisa deve criar os arranjos dinâmicos entre ciência e indústria.

Nessa toada, Rodrik (2014) afirma que o crescimento verde⁹ pode ser atingido através de políticas industriais e que estas se tornam indispensáveis para guiar a economia global nessa direção. Assim, o autor reitera que, apesar da existência de limitações dessa abordagem, é indiscutível o sucesso das políticas industriais e do papel crucial do governo em apoio ao desenvolvimento de indústrias-chave que alavancam o desenvolvimento de alguns países - casos como o Vale do Silício nos EUA podem exemplificar.

Portanto, diante de problemas complexos como as mudanças climáticas e os desafios estruturais, em especial os enfrentados por países da ALC, implementar apenas estratégias industriais verticais, direcionadas para desenvolver áreas específicas, não são consideradas adequadas para possibilitar o sucesso das metas estabelecidas, diante da falta de investimento em educação e pesquisa, instituições responsáveis por criar os arranjos dinâmicos entre ciência e indústria (Mazzucato, 2023).

Nesse sentido, investigar a contextualização do Plano da Neointustrialização Brasileira (NIB 2024) nos termos teóricos da abordagem da economia por missões (*mission economy*) pode oferecer um panorama para posicionar a orientação do Brasil nessa temática.

2.2. A política industrial verde no contexto da promoção do desenvolvimento

Diante das agendas estabelecidas em busca do desenvolvimento e da industrialização verde no país, a Política Industrial Verde (PIV) é um aspecto a ser analisado, em busca de compreender a visão de desenvolvimento adotada pelo governo brasileiro (2023-2026). Para isso, a PIV para o presente trabalho tomará como base a seguinte definição:

Conceitualmente, a política industrial verde é definida como qualquer medida governamental que vise acelerar a transformação estrutural em direção a uma economia de baixo carbono e com eficiência de recursos, de maneira que também permita aprimoramentos de produtividade na economia.

(Domingues, et al. 2021, p.3)

⁹ “Crescimento verde pode ser definido como uma trajetória de desenvolvimento econômico baseada no uso sustentável de recursos não renováveis e que internaliza totalmente os custos ambientais, incluindo mais criticamente aqueles relacionados às mudanças climáticas”. (Rodrik, 2014, p.469)

As políticas de transição energética, do desenvolvimento industrial de baixo carbono ou do aumento da eficiência das fontes renováveis de geração de energia que buscam promover o desenvolvimento sustentável compreendem a união do desenvolvimento econômico ao social e ambiental do país (Domingues, et al. 2021). Assim, tais políticas buscam, a partir de políticas energéticas e ambientais, modificar a estrutura em direção ao desenvolvimento sustentável e promover o crescimento econômico de maneira eficaz junto ao sistema de base industrial.

Nesse sentido, Soares e Diogo (2016) propõem que a iniciativa de implementação de uma economia verde apresente uma proposta de modificação estrutural para permitir a transição em direção a uma economia de baixo carbono, principalmente ao planejar o desenvolvimento sustentável juntamente aos fatores sociais, como o fim da pobreza. Para os autores, ao caminhar nessa direção, o setor industrial passa a estar cada vez mais atrelado ao desenvolvimento sustentável e, por isso, torna-se uma ferramenta de suma importância para definir os passos e alcançar os objetivos definidos pelo país.

Schwarzer (2013) ainda propõe dois termos para a introdução desse tipo de política industrial: Esverdeamento Industrial (*Greening of Industry*) e Indústria Verde (*Green Industry*). A primeira, diz respeito a constante melhoria do desempenho ambiental, já existente, em toda a indústria, no caso de países em desenvolvimento, como o Brasil, em que exportações são, em grande maioria, concentradas em *commodities*, a diversificação e o esverdeamento das exportações podem auxiliar na redução da vulnerabilidade e exposição aos choques externos da volatilidade dos preços, diante de uma indústria mais resiliente. Em seguida, a indústria verde envolve o estímulo à criação de indústrias nascentes que forneçam os bens e serviços necessários à manutenção da indústria. Assim, a indústria verde é essencial para possibilitar o esverdeamento industrial, tendo em vista que é o fornecedor dos equipamentos necessários para possibilitar esse processo. Schwarzer

Para Schwarzer (2013), diante do crescimento das indústrias verdes, governos passam a adotar instrumentos de PIV como forma de promoção do desenvolvimento doméstico e, a partir disso, criam uma série de vantagens competitivas para o país nesse setor. É importante ressaltar as diferenças apresentadas entre a política industrial tradicional e uma política industrial verde, Schwarzer (2013) propõe três distinções principais. A primeira refere-se à escala de intervenção governamental, fundamental nas indústrias verdes, que dependem do impulso e apoio para sua promoção, ou seja, no caso de indústrias verdes existe a necessidade de criação de demanda; a segunda propõe que as políticas industriais podem ser necessárias por um período mais longo, de acordo com as deficiências de mercado daquele

país; por fim, a terceira esbarra na imaturidade do setor que pode tornar as avaliações sobre o desempenho da política industrial verde mais difíceis de se calcular, resultando em algumas distorções nos indicadores de sucesso das políticas implementadas.

O autor também apresenta uma discussão acerca dos mecanismos de regulação e controle e os impostos ambientais, instrumentos de política industrial verde geralmente empregados de maneira coordenada. As políticas regulatórias e de controle, utilizadas para moldar decisões sobre as escolhas e operações empresariais, são motivadas por metas amplas no setor de energias renováveis e contribuem para o estabelecimento de um mercado para as indústrias verdes (Schwarzer, 2013). Os impostos ambientais são um tipo de regime fiscal que pode criar incentivos de mercado a favor da indústria verde, ao atribuir um custo aos danos ambientais causados por empresas e fornecer incentivos para a redução em cada unidade de poluição. No caso de países em desenvolvimento, há hesitação em implementar estas políticas, principalmente porque temem o impacto negativo de tais impostos na competitividade da indústria, bem como as possíveis consequências distributivas (Schwarzer, 2013).

Nesse sentido, a agenda política deve ter o direcionamento em busca da ampliação da capacidade, eficiência e produtividade a partir de tecnologias e inovações sustentáveis que constroem o arcabouço político industrial verde e o difere de políticas industriais focadas apenas no crescimento econômico sem especificações de premissas sustentáveis. Para Mazzucato e Penna (2016), a atuação governamental deve ser compreendida para além da usual correção de falhas de mercado e a busca por um crescimento econômico inovador, inclusivo e sustentável requer uma intervenção governamental com papel catalisador, que molde o mercado por meio da interação dinâmica da cooperação público-privada

Diversos são os exemplos de políticas industriais adotadas pelo Brasil, desde a Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE) de 2003 até o Plano Brasil Maior (PBM) de 2011. Entretanto, a inclusão do termo *verde* não estava presente de maneira explícita e direta. No âmbito da Nova Indústria do Brasil (NIB), algumas características remetem à tentativa de se construir uma base industrial verde no Brasil e, a partir disso, vislumbrando que o país alcance o *status* de referência regional, e global, em setores específicos, tais como o de geração de energia de baixo carbono, caso do hidrogênio.

A fim de verificar os termos específicos que remetem a essa ideia, será necessário investigar a contextualização do Plano da Neoindustrialização Brasileira (NIB 2024) nos termos teóricos da abordagem da economia por missões (*mission economy*) para identificar os fatores que definem, ou não, a NIB como uma política industrial verde.

2.3 A Política Industrial do Brasil no governo Lula 3 (NIB)

A Nova Indústria do Brasil (NIB) é uma iniciativa da terceira gestão de Luiz Inácio Lula da Silva (2023-2026) que busca dar um passo em direção à neointustrialização com base em uma nova política industrial visando impulsionar o desenvolvimento nacional até 2033 (MDIC, 2024a)¹⁰. A recriação do Conselho Nacional de Desenvolvimento Industrial (CNDI) após 8 anos de desativação, bem como a implementação da NIB e o desenvolvimento de um Plano de Ação 2023-2026, viabilizaram um cenário com metas aspiracionais para direcionar de forma assertiva os esforços a serem realizados pelo Estado.

Portanto, a partir da NIB:

A ação do Estado para o desenvolvimento industrial deve mirar o adensamento produtivo das nossas cadeias nacionais a fim de garantir soberania e resiliência da nossa economia e sociedade nos momentos de construção das oportunidades e de enfrentamento das dificuldades que possam existir no sistema internacional.
(Plano de Ação para a Neointustrialização 2024-2026, 2024b, p.9)¹¹

A NIB é apresentada por meio de um documento que contém as principais ações políticas de promoção industrial a serem realizadas no Brasil até 2026 e é definida como uma “política sistêmica e de longo prazo” (MDIC, 2024b, p.9) composta por missões. Ao todo, esse plano se fundamenta em seis missões representadas no Quadro 1.

As Missões elaboradas na NIB foram construídas em parceria com todos os Ministérios do governo federal e buscam identificar problemas estruturais a serem solucionados no caminho para a industrialização brasileira.

Quadro 1. Missões da Nova Indústria Brasil

MISSÃO	OBJETIVO
Missão 1	Cadeias agroindustriais sustentáveis e digitais para a segurança alimentar, nutricional e energética;
Missão 2	Complexo econômico industrial da saúde resiliente para reduzir as vulnerabilidades do SUS e ampliar o acesso à saúde;
Missão 3	Infraestrutura, saneamento, moradia e mobilidade sustentáveis para a integração produtiva e o bem-estar nas cidades;
Missão 4	Transformação digital da indústria para ampliar a produtividade;
Missão 5	Bioeconomia, descarbonização e transição e segurança energéticas para garantir os recursos para as gerações futuras;
Missão 6	Tecnologias de interesse para a soberania e defesa nacionais.

Fonte: Adaptado do Plano de Ação para a Neointustrialização (MDIC, 2024b, p.6)

¹⁰ MDIC (2024a)

¹¹ MDIC (2024b)

De acordo com o Plano, as políticas industriais buscam, principalmente, propor a construção de soluções que impactam cotidianamente a população brasileira, estimular o desenvolvimento tecnológico e produtivo, inovação, nortear o investimento e engajar o setor público, privado e representantes do terceiro setor e, ainda, superar entraves ao desenvolvimento brasileiro, a partir das transformações econômicas e sociais.

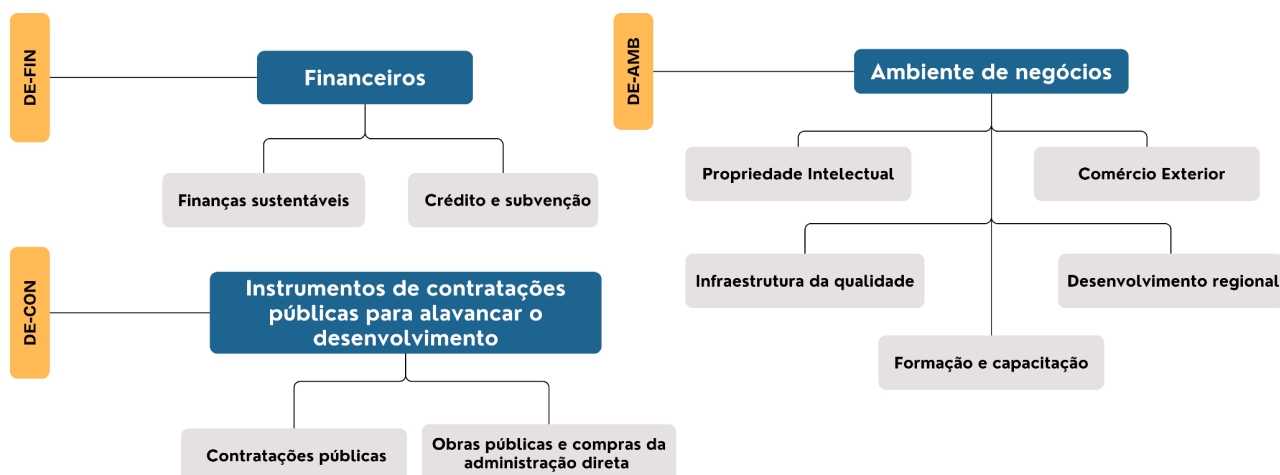
A governança da NIB se dá por meio do CNDI, do Plano de Ação - válido até 2026, responsável por detalhar os princípios, objetivos específicos e metas aspiracionais - e de seus grupos de trabalho (MDIC, 2024b). A construção da NIB ocorreu a partir do diálogo do governo com o setor produtivo em busca de assertividade na definição premissas que devem estimular o desenvolvimento nacional, tanto no setor produtivo quanto no tecnológico, abrindo espaço para investimentos e direcionando-os para ampliar a capacidade da indústria na promoção de empregos altamente qualificados e dar impulso a presença brasileira no mercado internacional (MDIC, 2024a; MDIC, 2024b).

Sua elaboração baseou-se em três premissas. A primeira refere-se ao fortalecimento da indústria brasileira como a chave para o desenvolvimento sustentável no país, incorporando os pontos de vista social, econômico e ambiental, apresentando uma abordagem integral. A segunda, reflete a realidade brasileira diante do processo de desindustrialização precoce que culminou na primarização da estrutura produtiva. Por fim, a terceira premissa reitera a baixa complexidade tecnológica dos produtos das exportações brasileiras, fator limitante para ganhos do país no comércio internacional (MDIC, 2024b). O estabelecimento de tais premissas permite a compreensão do contexto basilar observado para a definição da NIB e apresenta um diagnóstico prévio para indicar objetivos que estejam alinhados com as necessidades do país.

Estruturalmente, o documento do Plano de Ação para a Neoindustrialização (2024-2026) é dividido em dois capítulos principais que compreendem, além da introdução, um capítulo sobre 'Instrumentos para os desafios estruturais' e outro sobre 'Instrumentos para o alcance das Missões'. O capítulo que apresenta os instrumentos para os desafios estruturais envolve temáticas a serem desenvolvidas com o objetivo de reestruturar a economia e, a partir disso, abarca três grandes áreas: Financeira, Ambiente de negócios e Instrumentos de contratações públicas para alavancar o desenvolvimento. Dentro das três grandes áreas definidas, subáreas são citadas para indicar o objetivo específico a ser alcançado a partir daquele instrumento, conforme Figura 2. Diante dessa setorização, é possível verificar os setores definidos como instrumentos essenciais para o desenvolvimento industrial do Brasil,

bem como a instrução de como será utilizado para atingir o objetivo final, juntamente com o resultado esperado, principais atores estatais envolvidos e a indicação de como será realizado o acompanhamento no CNDI.

Figura 2. Instrumentos para os Desafios Estruturais: Áreas e subáreas



Fonte: Feito com base no Plano de Ação da NIB (MDIC, 2024b, p.13-23) (Elaboração nossa)

Já os instrumentos para o alcance das Missões apresentam cada uma das missões e detalham as ações que devem ser seguidas para atingir os objetivos associados no período estabelecido pelo plano. Dentro de cada missão, são descritas as informações referentes ao cenário atual, os desafios específicos daquela área e as áreas para o desenvolvimento de nichos industriais, além de definir a meta aspiracional para 2033, onde ocorre a definição específica do que será buscado a partir desses instrumentos. O quadro contendo os resultados esperados, principais atores estatais envolvidos e como será realizado o acompanhamento no CNDI também estão presentes nesse capítulo.

A partir das missões apresentadas no Quadro 1, ressalta-se a relevância da missão 5 para o presente trabalho, tendo em vista ser essa a representação máxima que liga a temática da energia de baixa emissão de carbono às políticas industriais que devem guiar o país em direção à industrialização nos próximos anos.

2.4 Missão 5

A missão 5 é referente ao tema da “Bioeconomia, descarbonização e transição e segurança energéticas para garantir os recursos para as gerações futuras” (MDIC, 2024b, p.76). O cenário estabelecido no plano afirma que as emissões totais de CO₂ por valor

adicionado industrial são de 4,3 milhões de toneladas de CO₂ por bilhão de dólares¹² e afirma que a participação de biocombustíveis na matriz energética de transportes do Brasil é de 21,4%¹³.

São definidos cinco objetivos específicos para essa missão (MDIC, 2024b, p.78):

- I. Expandir a capacidade produtiva da indústria brasileira por meio da produção e da adoção de insumos, inclusive materiais e minerais críticos, tecnologias e processos de baixo carbono, com eficiência energética;
- II. Fortalecer as cadeias produtivas baseadas na economia circular e no uso sustentável e inovador da biodiversidade, desenvolver indústrias da bioeconomia e promover a valorização da floresta em pé e o manejo florestal sustentável;
- III. Adensar cadeias industriais para a transição energética, com vistas à autonomia, à eficiência energética e à diversificação da matriz brasileira;
- IV. Desenvolver tecnologias estratégicas para a descarbonização, a transição energética e a bioeconomia, catalisando vantagens intrínsecas do país com vistas ao protagonismo de empresas brasileiras no mercado doméstico e internacional;
- V. Garantir a segurança energética, estimulando a produção de petróleo e gás de baixo custo e baixa pegada de carbono.

As áreas para o desenvolvimento de nichos industriais desse setor são a de bioenergia, equipamentos para a geração de energia renovável e cosméticos.

A meta aspiracional para 2033 definida nessa missão busca promover a indústria verde, reduzindo em 30% a emissão de CO₂ por valor adicionado da Indústria e ao ampliar em 50% a participação dos biocombustíveis na matriz energética de transportes (MDIC, 2024b, p.77). O plano detalha que o aumento do uso tecnológico e sustentável da biodiversidade pela indústria deve aumentar em 1% a.a. (MDIC, 2024b, p.77).

Os instrumentos, divididos em três grupos de estímulo da União ao investimento produtivo, apresentam a seguinte organização: Prioridades de Financiamento, divididas entre reembolsáveis e não reembolsáveis; Ambiente de negócios, que envolve a regulação, propriedade intelectual e infraestrutura da qualidade; e Contratações Públicas, que fazem referência a ações para o Minha Casa Minha Vida com margem no Novo PAC.

¹² As fontes utilizadas pelo Plano de Ação para a Neointustrialização 2024-2026 são: Climate Watch e Banco Mundial 2020 (MDIC, 2024b, p.77).

¹³ As fontes utilizadas pelo Plano de Ação para a Neointustrialização 2024-2026 são: Renovabio e a resolução CNPE nº 6 de 30/11/2023 (MDIC, 2024b, p.77).

O setor de energias renováveis, de forma específica, é central para o crescimento e surgimento de novas indústrias verdes, além de ser um importante componente para o esverdeamento da indústria (Schwarzer, 2013). Diante disso, verifica-se a importância de aumentar a participação dos biocombustíveis na matriz energética do país, tendo em vista que essa será uma das principais formas de garantir a sustentabilidade durante o processo de industrialização.

É possível identificar entre as ações específicas para o alcance da Missão 5, a presença de ações voltadas à transição energética, ações de apoio à economia verde e atração de investimentos nessa indústria nascente e posicionamento do Brasil frente ao mundo, atividades que permitem o crescimento e estruturação da indústria verde. Além disso, entre as Prioridades de Financiamento - Reembolsáveis (MDIC, 2024b, p.78) está localizado o *hidrogênio de baixo carbono*, representando que essa via de geração de energia de baixo carbono está presente nos planos governamentais. De forma ainda mais específica, o hidrogênio de baixo carbono é elencado como uma das seis prioridades de recebimento de crédito à inovação (M5-FIN-1), abarcando todas as atividades dessa cadeia produtiva, como as tecnologias para fabricação de equipamentos, produção, armazenamento, transporte e uso.

No setor de Ambiente de Negócios (M5-AMB-3), o objetivo de mapear políticas internacionais de incentivo à transição energética é uma das atividades que possibilitará a busca pela “certificação de produtos e atendimento aos requisitos de sustentabilidade, eficiência energética e padrões ambientais baseados nas melhores práticas internacionais”, a terceira meta dentro desse setor. Assim, ocorre a inserção da meta de acessar o mercado global de forma competitiva e a agenda de TE passa a ocupar um lugar de destaque ainda maior. Portanto, a partir das certificações e garantias de qualidade dos processos brasileiro no setor energético, as vantagens do Brasil no setor de energias renováveis podem ser catalisadas e direcionadas a ampliar a inserção do país no mercado internacional.

Como parte dos oito instrumentos específicos para o alcance da Missão no setor de Transição Energética (M5-ESP-2), o Programa Nacional do Hidrogênio aparece com o objetivo de desenvolver a cadeia do hidrogênio de baixa emissão de carbono no país. Ainda, é citado o Plano de Ação Trienal 2023-2025 que contempla 65 ações para estruturar, estimular e fortalecer o desenvolvimento dessa indústria, envolvendo iniciativas regulatórias, formação e qualificação profissional e promoção de financiamentos para elevar os investimentos no setor. Diante da grande importância desse plano para o presente trabalho, será realizada, em seguida, uma análise de seu conteúdo, estrutura e termos para acordos, bem como posicionar o contexto do marco regulatório nesse segmento.

Ainda no setor de Transição Energética (M5-ESP-2), podem ser identificadas metas que auxiliam o setor energético e contribuem para o incentivo de políticas verdes, como a ‘Eficiência energética com foco na indústria’ e ‘Eficiência energética em parceria com o Sistema Indústria’ e o ‘Combustível do Futuro’. Por fim, a ‘Recriação do Comitê Técnico de Baixo Carbono (CTIBC)’ contido no objetivo de apoio à Economia Verde, valorização da Amazônia, atração de investimentos nessa indústria nascente e posicionamento do Brasil frente ao mundo (M5-ESP-3) também representa um grande avanço na direção do desenvolvimento, tendo em vista que caberá ao CTIBC o papel de promover a elaboração de estudos para criação de políticas públicas subsidiadas que conduzam a transição para a economia de baixo carbono.

3. A TRANSIÇÃO ENERGÉTICA E O HIDROGÊNIO VERDE: EVOLUÇÃO DO PANORAMA BRASILEIRO E ANÁLISE DO PNH2

Diante do cenário de políticas industriais verdes que fomentem a promoção do desenvolvimento industrial nacional, investigamos a evolução brasileira na trajetória da Transição Energética do Brasil a partir do uso do Hidrogênio, em especial o hidrogênio de baixa emissão de carbono ou hidrogênio verde. Além disso, com a evolução do marco regulatório nacional e aprovação de projetos de lei para estruturar e regulamentar o mercado do hidrogênio no país, as atualizações sobre tais processos serão mapeadas e descritas em seção específica deste capítulo. Por fim, o Programa Nacional do Hidrogênio (PNH2) e o Plano de Ação Trienal 2023-2025 serão analisados, para tornar possível o esforço analítico de investigar a aderência do PNH2 à NIB. Essa investigação final busca identificar a presença da continuidade, ou não, de políticas industriais que induzam ao desenvolvimento sustentável.

3.1 Transição Energética e Hidrogênio: um panorama da trajetória no Brasil

Há uma ampla literatura nos estudos de Relações Internacionais sobre a Transição Energética e a evolução da trajetória dos países dentro dessa agenda, com foco para o hidrogênio de baixa emissão de carbono (Michaelowa, 1998; Scheibe, 2008; Oliveira et al. 2019; Mota, 2023; Sentishcheva et al. 2023). Algumas pesquisas também versam sobre possibilidades de cooperação internacional para promover a geração de energia descarbonizada entre Brasil e Europa (Oliveira et al. 2019) e a atração de investimentos para a América Latina (Sentishcheva et al. 2023), além de elencar vantagens e desafios para a TE (GIZ, 2021).

A modificação para a utilização do H2V como uma fonte descarbonizada abre a discussão para a maturidade da cadeia (GIZ, 2021), possíveis vantagens promovidas por características geográficas (Sentishcheva et al. 2023; Silva et al. 2024), atração de investimentos para o desenvolvimento estrutural e científico (Chantre et al. 2022) e comparações entre casos que se diferem em particularidades - econômicas ou geográficas -, mas que demonstram impulso para a ampliação do H2V (Alves et al. 2023).

Nesse sentido, as discussões acerca da maturidade da cadeia realizadas pela Agência de Cooperação internacional Alemã (*Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit* GIZ, 2021), identifica atores nacionais e internacionais em todos os elos da cadeia de hidrogênio do país, tanto nos setores de produção, fornecimento de tecnologia e de componentes, quanto no consumo. O estudo realizado pelo GIZ (2021), atesta as condições básicas para iniciar o desenvolvimento do mercado de hidrogênio no Brasil, país que pode assumir papel determinante no mercado de cooperação para o fornecimento dessa energia de baixo carbono, ainda que existam desafios técnicos, regulatórios e tecnológicos.

Em relação às vantagens geográficas no território nacional, Silva et al. (2024) defendem que o potencial brasileiro para geração de energia renovável, especialmente nos setores eólico e solar, posicionam o país em direção a um crescimento substantivo nos próximos anos. Nesse sentido, Sentishcheva et al. (2023) consideram que os países da América Latina e do Caribe possuem grandes oportunidades na transição energética e, por isso, devem aproveitar esse setor para atrair Investimentos Direto Estrangeiro (IDE) para desenvolver projetos em uma indústria cada vez mais verde. Entretanto, os autores também reafirmam os problemas e dificuldades associados à atração de investimentos que contribuam para o desenvolvimento regional e para criação de empregos qualificados. Nesse cenário, é necessário existir instrumentos que direcionem os investimentos para tecnologias e setores prioritários da cadeia, bem como mecanismos institucionais que possibilitem a coordenação desses projetos entre o setor público e privado e em seus diversos níveis (Sentishcheva et al. 2023).

A atração de investimentos privados para o desenvolvimento estrutural e científico da energia de baixo carbono a partir do hidrogênio é dependente de uma estrutura de políticas de longo prazo que aumentem a confiança de investidores (Chantre et al., 2022). Os autores ainda defendem que deve ocorrer a criação de demanda, através da intervenção política por parte do governo, e o desenvolvimento de padrões e regulações para promover o crescimento do mercado e fornecimento de suporte para a pesquisa e desenvolvimento. Tais iniciativas governamentais devem ser impulsionadas pelo PNH2, que deve definir metas e fornecer

orientações para o acesso do país no mercado mundial, a implementação das definições do programa possui o potencial de construir uma política de hidrogênio madura para alcançar novos países (Chantre et al. 2022). Esse cenário remete às considerações teóricas elaboradas por Schwarzer (2013) e Mazzucato (2021; 2023), haja vista que as intervenções políticas, lideradas pelo governo e instituídas através de parcerias público-privadas, impactam na criação de demanda e impulso à inovação, movimento que deve possibilitar o estabelecimento da indústria nacional do hidrogênio.

Além disso, segundo Alves et al. (2023), o caso de países como Brasil, França, Reino Unido e Alemanha podem ser analisados a título de comparação, embora tenham divergências em particularidades econômicas ou geográficas, estes países demonstram impulso para a ampliação da geração e uso do hidrogênio e estão à frente do movimento de inovação energética em busca de combustíveis renováveis para alcançar o desenvolvimento sustentável. Mesmo diante de contextos domésticos diferentes, tais países aplicam esforços significativos nessa busca e suas condições geográficas oferecem potencial expressivo para a geração de energia renovável, incluindo um imenso potencial para a energia gerada através do hidrogênio verde (Alves et al. 2023).

Sob essa ótica, Silva et al. (2024) afirmam que objetivos globais guiados por iniciativas, como as que impulsionam para o uso de energias renováveis, possuem impactos tangíveis na descarbonização na América Latina, tendo em vista que esses também se alinham às políticas internacionais com esse objetivo. A partir disso, é possível inferir que o sucesso da TE e os impulsos para promover o aumento da geração energética renovável na matriz brasileira também refere-se aos esforços para alcançar as metas globais, fato que se justifica diante da posição do país como pioneiro nos compromissos climáticos ao comprometer-se com metas para 2025 - redução dos GEE em 37% - e para 2030 - redução de 43% (Oliveira et al. 2019).

A atuação brasileira no contexto internacional também se verifica na participação ativa nos fóruns internacionais, como deve ocorrer com a COP-29, sediada no Azerbaijão em novembro de 2024. No âmbito da COP-29, segundo o ministro do MME, Alexandre Silveira, o país deve propor a criação de um fundo para transição energética e que este deve ser financiado através do petróleo, de forma a auxiliar no investimento de novas fontes de energia e proporcionar um caminho justo e inclusivo (Rodrigues, 2024). Além disso, o Brasil será o próximo a sediar a Confederação das Partes, a COP-30, que ocorrerá em Belém, no Pará, demonstrando um papel de liderança e de alinhamento à pauta climática internacional.

No âmbito doméstico, durante o seminário “Brasil 2050: Rotas de Descarbonização da Economia”¹⁴, que ocorreu em maio de 2024 e foi promovido pelo Centro Brasileiro de Relações Internacionais (CEBRI), o MME confirmou que está em processo de elaboração da Política Nacional de Transição Energética (PNTE). Essa política prevê a criação do Plano Nacional de Transição Energética (Plante) e do Fórum Nacional de Transição Energética (Fonte), entre outros elementos internos ao PNTE que devem proporcionar mais articulação para a TE do país. Além disso, de acordo com representantes do MME¹⁵, a política visa integrar a PNTE ao sistema de governança já estabelecido com a Política Nacional de Mudança do Clima e o Plano de Transformação Ecológica, de forma a complementar essa rede multissetorial (MME, 2024b) .

O cenário nacional ainda apresenta perspectivas de desenvolvimento do hidrogênio, em alguns estados esse movimento se volta para atender ao mercado global, em especial o Ceará que, em sociedade com o Porto de Roterdã - principal porto da Europa -, vêm estruturando um Hub de Hidrogênio Verde no Complexo do Pecém que já possui 33 Memorandos de Entendimento assinados, acumulando cerca de USD 8 bi em investimentos até 2030, e apresenta vantagens relacionadas a proximidade geográfica com Europa e Estados Unidos, parque industrial com mercado consumidor já instalado e infraestrutura logística (FGV, 2023; Complexo do Pecém, 2024; Agência Brasil, 2024).

Os portos de Suape - Pernambuco - esse que receberá o montante de financiamento de R\$ 21 milhões da chamada bilateral Brasil-Alemanha para a produção de H2V (Suape - Complexo Industrial Portuário, 2023), Aratu-Candeias, no Polo Industrial de Camaçari - Bahia, e o Porto-Indústria, projeto do Rio Grande do Norte, completam a movimentação doméstica em direção à ampliação dessa cadeia com foco no mercado global (FGV, 2023). Ademais, projetos portuários consolidam a demanda de grande porte de maneira centralizada, possibilitando o uso para indústrias siderúrgicas e produção dos derivados do hidrogênio de baixo carbono, podendo atender ao mercado nacional e o global (FGV, 2023). Projetos no interior do país também identificam potencial para produção e consumo do hidrogênio e podem buscar apoio nas fontes de energia renováveis já instaladas e nos recursos ainda disponíveis, como as fontes de biomassa (FGV, 2023). Nesse sentido, esses projetos se destacam na produção descentralizada, que busca atender a demandas domésticas e pode possibilitar a redução de custos com infraestrutura de transporte e distribuição (FGV, 2023).

¹⁴ O seminário: “Brasil 2050: Rotas de Descarbonização da Economia” reuniu os principais atores envolvidos em projetos de financiamento da transição energética e contou com a participação da diretora do Departamento de Transição Energética, Karina Sousa, representante do MME no evento (MME, 2024b).

¹⁵ **(MME, 2024b).**

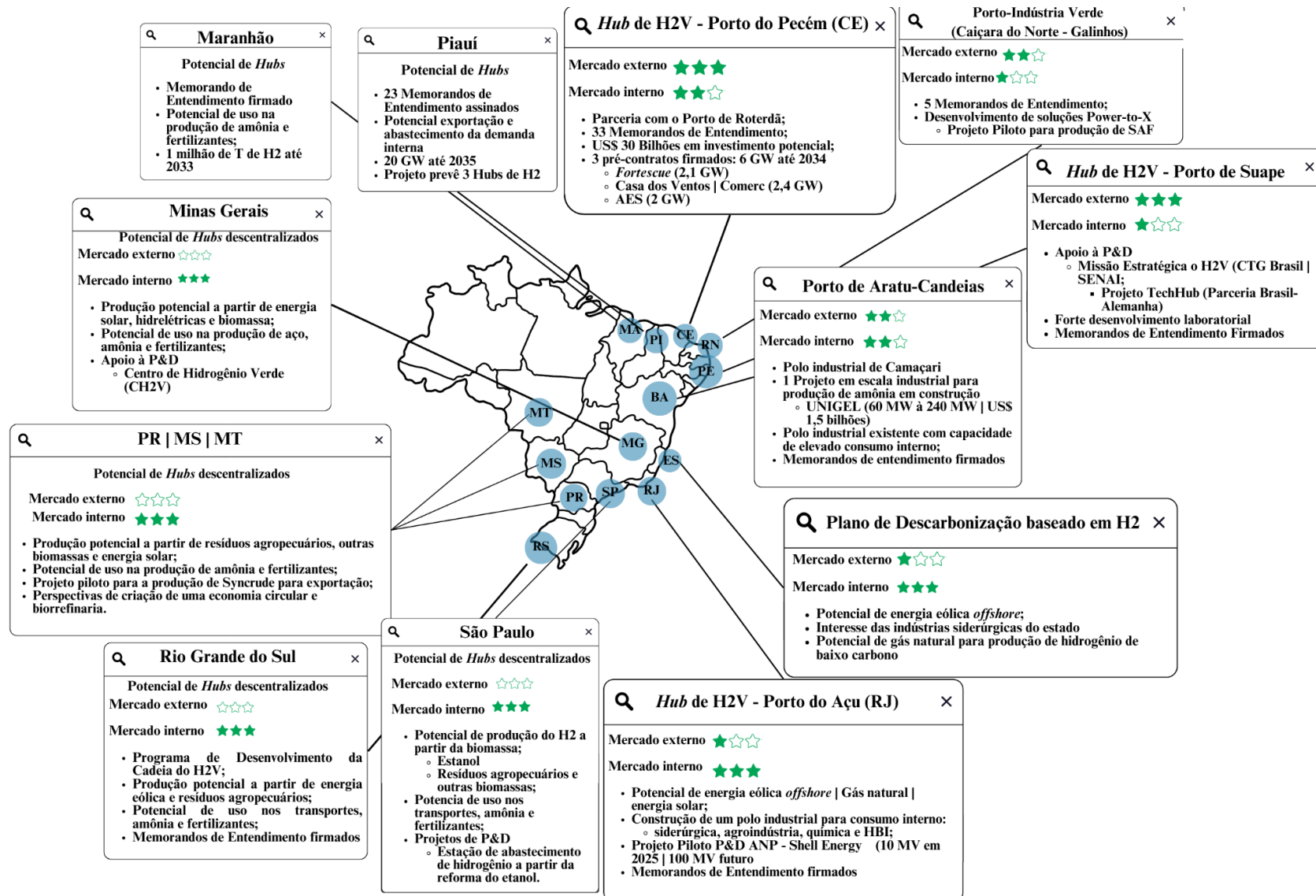
Diante disso, os projetos e investimentos passam a ser anunciados com atenção especial ao impacto econômico regional que poderá ser gerado através da geração de empregos. O caso do Maranhão, como exemplo, possui um projeto estimado em USD20 bi para produção de 10 GW de hidrogênio verde, amônia e fertilizantes, estima-se que o projeto gere um crescimento de 25% no PIB do estado, além de impactar em 20 milhões de toneladas em redução de CO₂ (FIEMA, 2024).

Destaca-se, ainda, o projeto do governo do Piauí, que instituiu parcerias estratégicas para “construção de um dos maiores projetos de produção de hidrogênio verde no mundo, tornando o produto uma das linhas principais de comércio exterior da ZPE de Parnaíba” (Brasil, 2023). Como investidores, estão empresas da Croácia e Espanha e o projeto prevê a produção para exportação do H₂V para a Europa, Oriente Médio e Ásia. Além da mobilização de cerca de R\$ 200 bilhões ao todo, o Piauí conta com um acordo com a União Europeia, associado à expansão de projetos do PNH₂ do MME, para injetar R\$ 60 bilhões na geração do novo combustível (Brasil, 2023).

A figura 3 representa a sistematização das iniciativas mapeadas pela FGV (2023) e Monica Saraiva Panik¹⁶ (2024), especialista brasileira no setor de H₂, dos projetos nacionais de hidrogênio anunciados até julho de 2024, e apresenta os potenciais regionais dos estados com planos anunciados.

Figura 3. Iniciativas de investimentos e projetos de produção de hidrogênio anunciados pelos estados brasileiros

¹⁶ “Monica Saraiva Panik possui 25 anos de experiência no setor do hidrogênio, trabalhou na organização da 22^a *World Hydrogen Energy Conference* no Rio de Janeiro em junho de 2018 e hoje é Diretora de Relações Institucionais da Associação Brasileira do Hidrogênio (ABH₂)” Fonte: **Movimento BW**.



Fonte: Adaptado FGV (2023, p.84) e Panik (2024, p.3)

Diante desse cenário positivo em que as vantagens geográficas passam a ser exploradas e transformadas em oportunidade de desenvolvimento econômico e industrial verde, faz-se necessário destrinchar o Programa Nacional do Hidrogênio (PNH2), bem como suas diretrizes e metas estabelecidas. Ao analisar o PNH2, serão aprofundados os conteúdos e termos dessa legislação em busca de verificar se a orientação fornecida pelo programa caminha em direção ao desenvolvimento nacional sustentável.

3.2 Marco Legal do Hidrogênio de Baixa Emissão de Carbono

O marco legal do Hidrogênio de baixa emissão de carbono foi desenvolvido com o objetivo de estruturar e regulamentar o setor. Para isso, foi criada uma Comissão Especial para Debate de Políticas Públicas sobre Hidrogênio Verde¹⁷ no Senado Federal do Brasil, responsável pela elaboração da ementa que:

Institui o marco legal do hidrogênio de baixa emissão de carbono; dispõe sobre a Política Nacional do Hidrogênio de Baixa Emissão de Carbono; institui incentivos para a indústria do hidrogênio de baixa emissão de carbono; institui o Regime Especial de Incentivos para a Produção de Hidrogênio de Baixa Emissão de Carbono (Rehidro); cria o Programa de Desenvolvimento do Hidrogênio de Baixa Emissão de Carbono (PHBC); e altera as Leis nºs 9.427, de 26 de dezembro de 1996, e 9.478, de 6 de agosto de 1997.

(Lei Nº 14.948, de 2 de agosto de 2024)¹⁸

O PL 2308/2023, aprovado pelo Senado em julho de 2024 e sancionado pelo Presidente Lula no início de agosto do mesmo ano, institui a Lei Ordinária 14.948/2024 referente ao marco legal do hidrogênio de baixa emissão de carbono, estabelecendo no contexto da Política Nacional do Hidrogênio de Baixa Emissão de Carbono os princípios e objetivos, conceitos e definições e os instrumentos a serem utilizados para a instituição dessa política.

A Lei Nº 14.948, de 2 de agosto de 2024, em seu capítulo III, seção I, no Art. 5º institui como instrumentos da Política Nacional do Hidrogênio de Baixa Emissão de Carbono:

- I. o Programa Nacional do Hidrogênio (PNH2);
- II. o Programa de Desenvolvimento do Hidrogênio de Baixa Emissão de Carbono (PHBC);
- III. a certificação do hidrogênio de baixa emissão de carbono;
- IV. o Regime Especial de Incentivos para a Produção de Hidrogênio de Baixa Emissão de Carbono (Rehidro);

¹⁷ Possui como finalidade debater políticas públicas sobre hidrogênio verde, com o objetivo de fomentar a tecnologia de geração de energia limpa, em especial a do hidrogênio verde. Disponível em: <<https://legis.senado.leg.br/comissoes/comissao?codcol=2589>>

¹⁸ Casa Civil (2024)

- V. a cooperação técnica e financeira entre os setores público e privado para o desenvolvimento de pesquisas de novos produtos, métodos, processos e tecnologias para produção de hidrogênio de baixa emissão de carbono;
- VI. os incentivos fiscais, financeiros, creditícios e regulatórios legalmente instituídos.

Entre os instrumentos estabelecidos, o Sistema Brasileiro de Certificação de Hidrogênio (SBCH2) será responsável por estabelecer a estrutura de governança e exercer competências para tratar sobre a certificação, além de garantir o fomento à pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I) para produção do hidrogênio, buscando impulsionar a cadeia nacional de suprimento de insumos, equipamentos e desenvolvimento nacional de fertilizantes nitrogenados, movimento que deve reduzir a dependência externa desse produto e garantir a segurança alimentar do Brasil (MDIC, 2024c)¹⁹.

Em relação ao projeto de Lei nº 1878/22²⁰, referente a criação da Política que “regula a produção e usos para fins energéticos do Hidrogênio Verde” proposto pela Comissão de Meio Ambiente, foi deliberado como matéria prejudicada a partir do relatório produzido pelo Sen. Otto Alencar, aprovado em 12 de junho de 2024. A prejudicialidade da matéria foi justificada a partir da aprovação do PL 2308/2023, citado acima e transformado em lei, e do PL 5816/2023²¹.

Ademais, o PNH2, incluindo suas Diretrizes e o Plano de Trabalho, são elencados como instrumentos definidos pelo marco legal de 2024 e visam instrumentalizar o programa instituído em 2022. Diante disso, busca-se apresentar a organização do PNH2, bem como sua estrutura e objetivos definidos, assunto que será abordado a seguir.

3.3 Programa Nacional do Hidrogênio (PNH2)

As Diretrizes para o Programa Nacional do Hidrogênio²² (PNH2)²³ foram lançadas durante o ano de 2021, sendo o programa aprovado e instituído apenas em 2022. A Resolução nº 4 de 20 de março de 2023 atualizou o PNH2 para criar o comitê gestor do Programa Nacional do Hidrogênio, com o “objetivo de fortalecer o mercado e a indústria do hidrogênio

¹⁹ **MDIC (2024c)**

²⁰ **PL Nº 1878 de 2022**

²¹ O PL 5816/2023, referente a “a indústria do hidrogênio de baixo carbono, sua estrutura e fontes de recursos”, foi apensado ao PL 5751/2023 e, até a elaboração do presente trabalho, encontra-se aguardando o parecer do Relator Dep. Fernando Mineiro na Comissão de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (CMADS).

²² De modo conceitual, a criação do PNH2 não estabelece nenhuma categoria para classificar o hidrogênio, entretanto, no Plano de Trabalho 2023-2025 é estabelecido que o termo “hidrogênio” deve ser entendido como “hidrogênio de baixa emissão de carbono” (MME, 2023a, p.7).

²³ **(MME, 2021)**

enquanto vetor energético no Brasil” (MME, 2021)²⁴. Além disso, o plano de Trabalho Trienal 2023-2025 foi lançado em 2023, contendo um conjunto de ações que “iniciarão o caminho que possibilitará que o Brasil se consolide como o maior e mais competitivo produtor de hidrogênio de baixa emissão de carbono da América Latina até 2035” (MME, 2023a²⁵).

De forma específica, o PNH2 está estruturado em seis capítulos, a saber: (1) Histórico do Hidrogênio no Brasil, (2) Contexto Internacional, (3) Visão de Futuro, (4) Objetivos, (5) Eixos e Diretrizes e a (6) Governança do PNH2. Tais definições foram apresentadas com o objetivo principal, que não foi alterado e segue a mesma linha proposta na resolução, publicada em 2023²⁶, de fortalecer o Brasil enquanto vetor energético no mercado e na indústria do hidrogênio diante dos desafios e oportunidades mapeadas.

Estruturalmente, o PNH2 é composto por um Comitê Gestor e cinco Câmaras Temáticas, responsáveis por discutir questões específicas, conforme detalhado na Figura 4.

O processo para a construção da estrutura organizacional ocorre de forma participativa, envolvendo encontros com *stakeholders* da cadeia de valor do hidrogênio, incluindo empresas do setor, potenciais consumidores e investidores, consultores de energia, advogados, acadêmicos e organizações da sociedade civil (MME, 2023b). Analisando esse fenômeno a partir de um enquadramento de reflexões de abordagens da economia industrial, Mazzucato (2021) reafirma a importância da interação estratégica entre setor público e privado e, com base no plano trienal, é possível verificar esse tipo de interação na estruturação do PNH2. Esse fato sinaliza esforços do governo brasileiro em direção à coordenação dos setores público e privado, na elaboração de diretrizes e metas que possibilitem maior assertividade e adesão ao plano estabelecido.

²⁴ (MME, 2023b)

²⁵ (MME, 2023a)

²⁶ Resolução Nº 4, de março de 2023 (BRASIL, 2023).

Figura 4. Estrutura de governança do Programa Nacional do Hidrogênio (PNH2)



Fonte: Elaborado com base no Plano de Trabalho Trienal (2023-2025) do Programa Nacional do Hidrogênio, 2023a. (Elaboração nossa)

Já o Plano de Trabalho Trienal 2023-2025 é apresentado em uma estrutura de quatro capítulos, seguido das referências, que contém Mensagem do Comitê Gestor (1), Perspectivas para o desenvolvimento da economia do hidrogênio no Brasil (2), A Estratégia do Brasil para a economia do hidrogênio (3), Caminhos a percorrer: as ações propostas no Plano Trienal 2023 – 2025 (4), esse último que elenca cada uma das cinco câmaras temáticas a serem apresentadas: Fortalecimento das Bases Tecnológicas, Capacitação de Recursos Humanos, Planejamento Energético, Arcabouço Legal e Regulatório-Normativo, Neoindustrialização, Mercado e Competitividade. O plano mantém o objetivo de consolidar o Brasil como produtor competitivo do hidrogênio de baixa emissão de carbono, e apresenta uma série de ações que devem possibilitar esse movimento e implantar uma nova agenda de desenvolvimento.

3.3.1 Diretrizes e Plano de Trabalho do PNH2

De forma geral, as sete diretrizes do PNH2 - conforme Anexo A - constituem a base para o desenvolvimento das ações que devem viabilizar o desenvolvimento da economia do hidrogênio no país. Já a estrutura dos eixos contempla cada conjunto de ação que deve considerar paralelamente o desenvolvimento das políticas públicas, das tecnologias e do

mercado. O estabelecimento das cinco Câmaras Temáticas é realizado para criar representações no nível estratégico, tático e operacional, buscando dar solidez às propostas do PNH2. As câmaras, coordenadas por seus respectivos ministérios, buscam tratar questões específicas de sua competência, bem como cumpre o papel de desenvolver estudos, análises e produzir relatórios técnicos e subsidia o Coges-PNH2 em suas decisões.

Desde a publicação das diretrizes em 2021, algumas alterações na estrutura de governança foram realizadas e publicadas no Plano de Trabalho de 2023, dentre essas alterações, é possível chamar atenção ao Eixo 6: Cooperação Internacional, que não aparece representado como uma das câmaras temáticas estabelecidas. É possível verificar a presença desse eixo na figura publicada no documento de apresentação das diretrizes de 2021 (Figura 5) e sua ausência na estrutura das Câmaras Temáticas do Plano de Trabalho 2023-2025 (Figura 4).

Figura 5. Eixos temáticos que compõem as Diretrizes do PNH2



Fonte: Programa Nacional do Hidrogênio - Proposta de Diretrizes (MME, 2021, p.15)

Tendo em vista que os eixos cumprem a função de formar os conjuntos de ações que devem ocorrer simultaneamente ao desenvolvimento de políticas públicas, tecnologia e mercado, e que as câmaras tratam de questões específicas da competência de cada ministério, observou-se a ausência da temática da Cooperação Internacional que, ao não ter uma câmara específica, provavelmente não terá os mesmos resultados dos temas definidos acima, como a elaboração de relatórios específicos dessa área, algo que pode representar uma lacuna nesse sistema.

Entretanto, o Plano de Trabalho define que a “cooperação internacional esteja no DNA da estratégia brasileira” (MME, 2023a, p.22) e reafirma o engajamento brasileiro nos fóruns internacionais relacionados ao hidrogênio, como a adesão ao *International Hydrogen Trade Forum* (IHTF)²⁷, plataforma de diálogo entre os governos de países interessados no mercado de hidrogênio e que ocorre no âmbito das Nações Unidas. Além disso, as relações bilaterais, em especial com a Alemanha, Estados Unidos e Reino Unido, oferecem oportunidades de cooperação voltada à assistência técnica.

Esses fatores podem representar a realocação dessa temática para uma área comum a todos os eixos²⁸, de maneira transversal às ações executadas por cada uma das câmaras temáticas. Essa movimentação em direção à transversalidade do Eixo Temático 6 – Cooperação Internacional foi confirmada em consulta com representante da Secretaria Nacional de Transição Energética - MME, a aplicabilidade desse eixo foi considerado em todas as câmaras que foram constituídas no âmbito do PNH2. Como exemplo, é possível analisar o caso entre Brasil e Alemanha através do GIZ, que possibilita ações referentes ao fortalecimento das bases tecnológicas - eixo/câmara temática 1-, ao buscar a promoção de tecnologias e promover o intercâmbio de informações e conhecimento, além do auxílio à formação profissional (GIZ, 2023).

3.3.2 Objetivos centrais e prioritários e estratégias de ação

Seguindo os objetivos centrais estabelecidos para o PNH2, o Plano de Trabalho Trienal 2023-2025 foi estabelecido como um instrumento que busca concretizar e alavancar as potencialidades do país diante do contexto de transição energética com o foco em rotas tecnológicas de baixa emissão de carbono. Assim, as ações contidas no Plano devem guiar o caminho para a consolidação do Brasil como produtor competitivo de hidrogênio de baixa emissão de carbono (MME, 2023a). Outra característica do Plano apresentado é o estabelecimento do material como um “instrumento adaptativo em constante aprimoramento”

²⁷ A *Hydrogen Initiative* foi desenvolvida a partir de recomendações da reunião Ministerial de energia de hidrogênio em 2018, já o *International Hydrogen Trade Forum* foi estabelecido em 2023, na 14ª Reunião Ministerial de Energia de Hidrogênio (*Clean Energy Ministerial Meeting*). O objetivo do fórum é de fornecer uma plataforma para o diálogo entre governos no mercado internacional de hidrogênio e assim acelerar seu comércio internacional. A declaração conjunta foi estabelecida por: Austrália, Brasil, Canadá, Chile, Alemanha, Japão, Arábia Saudita, Coreia do Sul, Holanda, Emirados Árabes Unidos, Reino Unido, Estados Unidos, Uruguai e a Comissão Europeia em nome da União Europeia. Somam-se a esses países os membros e participantes diretos do *Hydrogen Initiative*, plataforma de estruturação do Fórum. Disponível em: [International Hydrogen Trade Forum \(IHTF\)](https://www.ihydrogen.org/) e [Unido.org](https://www.ihydrogen.org/).

²⁸ Em consulta por email ao MRE, em 25/09/2024, obtivemos a informação de que o Eixo Temático 6 – Cooperação Internacional é aplicável a todas as Câmaras Temáticas, por ser um assunto transversal. Por isso, esse Eixo Temático não possui uma câmara específica, confirmando que essa temática foi considerada em todas as câmaras que foram constituídas no âmbito do PNH2.

(MME, 2023a, p.7) que deve se ajustar à evolução do país e adaptar suas ações conforme as mudanças e desafios que possam surgir ao longo da implementação de uma nova agenda de desenvolvimento econômico, social e ambiental no país.

Entre as estratégias do Brasil para atingir as metas estabelecidas para o desenvolvimento da economia do hidrogênio, foram definidas no terceiro capítulo as três principais ambições do país no âmbito do PNH2, a saber: 1. estímulo de rotas tecnológicas associadas à produção e uso do hidrogênio; 2. consolidação do Brasil com menor custo de produção do hidrogênio até 2030; 3. consolidação de *hubs* de hidrogênio no Brasil até 2035.

Dentre as três ambições, chama-se a atenção para a terceira, haja vista que esse esforço também pode ser considerado um caso de sucesso para o plano, considerando o cenário em desenvolvido em algumas regiões brasileiras, como é o caso do Hub de Hidrogênio Verde do Complexo do Pecém²⁹, no Ceará, lançado em 2021 com o objetivo de transformar a região em um fornecedor global do combustível produzido através do hidrogênio e desenvolver economicamente o estado, gerando emprego e renda. Outro caso é o estudo de viabilidade que será realizado em uma parceria entre Brasil e Alemanha através da H2Brasil³⁰ e do GIZ³¹ para a criação de um *hub* de hidrogênio verde e *Power-to-X* (PtX) em Cubatão, interior de São Paulo.

Além das cinco Câmaras Temáticas e das ambições definidas, a elaboração das atividades no escopo de sua atuação e a proposição de ações que contribuem para o pleno alcance dos objetivos de cada uma, foram elencadas no capítulo quatro, as três prioridades no caminho a percorrer durante o ciclo 2023 – 2025 (Figura 6). Tais temas prioridades foram definidos no âmbito da consulta pública produzida pelo Comitê Gestor do PNH2, e possuem ações em fase de implementação já adiantadas.

²⁹ Disponível em: <https://www.complexodopecem.com.br/hubh2v/>

³⁰ H2Brasil - Expansão do Hidrogênio Verde - é fruto da parceria entre Brasil e Alemanha para o desenvolvimento sustentável, criada em 2021 pela *Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit* (GIZ), possui o objetivo de apoiar a expansão do mercado de hidrogênio verde no Brasil (MME). Disponível em: <<https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/sntep/h2-brasil>>

³¹ Disponível em:

<https://veja.abril.com.br/coluna/radar/brasil-e-alemanha-estudam-criacao-de-hub-de-hidrogenio-verde-e-m-cubatao>

Figura 6. Prioridades definidas pelo Comitê Gestor do PNH2 para o ciclo do Plano Trienal 2023–2025.



Fonte: Plano de Trabalho 2023-2025 Programa Nacional do Hidrogênio, 2023, p.24.

Dentre as prioridades definidas acima, a instituição do marco legal nacional, já citado anteriormente, pode ser apresentado como um dos principais sucessos do Plano Trienal. Já no setor de incentivo à PD&I, essa que também representa a segunda prioridade definida, a grande necessidade de desenvolvimento tecnológico em nível global torna fundamental o investimento nesse setor ao considerar que este investimento é determinante para o desenvolvimento de soluções que permitem a redução de custos associados à produção, transporte e armazenamento do hidrogênio, estes que ainda são elevados e prejudicam a inserção do país como um *player* competitivo.

Em relação à terceira prioridade, o Acesso a Financiamentos é um projeto que tem como ação a criação de linhas de crédito, as linhas disponibilizadas para financiamento reembolsável devem ser utilizadas em projetos que envolvem mais riscos dentro da cadeia de valor do hidrogênio, sejam projetos tecnológicos ou industriais (MME, 2023a). Para a criação das linhas de crédito foram definidas duas entidades financiadoras: Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) e Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES).

A título de conferência, já é possível encontrar no site do BNDES o Programa BNDES Hidrogênio Verde³², que possui o objetivo de fomentar projetos piloto de produção de hidrogênio gerados a partir de energias renováveis, instrumento importante para permitir o desenvolvimento de empreendimentos de produção ou utilização de hidrogênio verde, incluindo iniciativas de desenvolvimento tecnológico.

³² **BNDES e o Hidrogênio de Baixo Carbono (BNDES)**

3.4 Aderência do PNH2 (2022) à NIB (2024)

Com o cenário já estabelecido, ao analisar o PNH2 em busca de verificar a aderência deste em relação à NIB, lançada posteriormente, intenciona-se compreender os caminhos tomados pelo atual governo em direção ao desenvolvimento, utilizando como um dos instrumentos a política industrial verde. Para isso, serão verificados os pontos de convergência ou divergência entre o PNH2 e o projeto de industrialização da NIB.

A princípio, em relação à estrutura de ambos os documentos, é possível afirmar que a construção remete a um plano elaborado com todos os elementos que representam um planejamento estratégico construído a partir de objetivos estratégicos que foram transformados em metas atingíveis. Devem ser ressaltadas as diferenças entre um Plano de Trabalho (PNH2) e um Plano de Ação (NIB). Um o plano de trabalho concentra-se em apresentar o processo de execução das tarefas definidas, com o detalhamento do período específico a ser realizado e o acompanhamento do que foi atingido, o que está em andamento e/ou já foi concretizado (Brugnolo, 2018). Já um plano de ação é mais detalhado e específico, apresenta os resultados a serem obtidos no curto e médio prazo e molda as estratégias definidas em planos capazes de serem compreendidos e executados por todos os setores envolvidos (Andrade, 2016). A construção dos documentos reflete também a abordagem missão-orientada proposta por Mazzucato (2021; 2023). A autora sugere o uso de instrumentos de política que se concentrem nos resultados e, ao mesmo tempo, auxilie nas tentativas para implementar a missão (Mazzucato, 2021). Dentro do espectro analisado, é possível identificar, tanto do Plano de Trabalho do PNH2, quanto do Plano de Ação da NIB, uma estrutura que define os instrumentos políticos para a realização das ações, atores envolvidos no processo e o resultado esperado após a implementação completa.

A partir da abordagem sugerida por Mazzucato (2021), a ênfase da missão deve ser nos grandes problemas sociais, de forma a interconectar todas as organizações, tecnologias e setores que podem auxiliar na resolução dos problemas identificados, portanto, as soluções devem ocorrer a partir das políticas horizontais e verticais (Mazzucato, 2023). Esse tipo de política pode ser encontrado em ambos os planos, haja vista que ambos buscam implementar ações que desenvolvam tecnologias, pesquisa e inovação, com inserção da agenda de formação profissional (MDIC, 2024b; MME, 2023a) dentro das agendas maiores que buscam a industrialização e o desenvolvimento de áreas específicas. Assim, é possível identificar que os planos buscaram um equilíbrio entre políticas horizontais e verticais para sustentar o desenvolvimento e industrialização.

Pode-se interpretar o Plano de Ação da NIB como um guarda-chuva que abarca o PNH2, de forma que o plano para desenvolvimento de energia sustentável e de baixa emissão de carbono é uma das ramificações das ações a serem desenvolvidas da NIB. Tal interpretação pode ser verificada, por exemplo, na inserção da Neoindustrialização, Mercado e Competitividade - Câmara Temática 5 - que possui o objetivo de desenvolver e consolidar o mercado de hidrogênio e “apoiar a construção da estratégia brasileira de hidrogênio, como alternativa energética”, promovendo o adensamento produtivo e a segurança energética a partir de uma alternativa de baixa emissão de carbono (MME, 2023a, p.31).

Já por parte da NIB, como citado anteriormente, o PNH2 aparece como um dos instrumentos para alcançar a Missão 5, também referente a transição energética (2.2.1 Missão 5), incluindo o plano em uma etapa da nova industrialização. Portanto, a aderência do PNH2 à NIB pode ser especialmente verificada na correlação entre os dois planos, de forma que o PNH2 apresenta soluções aos problemas identificados pela NIB.

Todas as Câmaras Temáticas do Plano de Trabalho do PNH2 fazem referência a setores da cadeia do hidrogênio que devem ser desenvolvidos, assim, esse plano busca aprimorar os elementos dessas categorias, algo que, conseqüentemente, esbarra no cumprimento da NIB ao desenvolver os setores no âmbito da transição energética para o hidrogênio de baixo carbono. Esse fato não representa uma adesão apenas a políticas verticais, caracterizada por Mazzucato (2023), tendo em vista a multidisciplinaridade e interconexão entre todas as câmaras o fortalecimento de alguns setores permite transbordamentos para as outras áreas.

Outro fator a ser considerado, é terceira a premissa do Plano de Ação da NIB, que afirma a concentração das exportações do Brasil em produtos de baixa complexidade tecnológica, fator limitante para o país. Outro demonstrativo da aderência do PNH2 à NIB é o reconhecimento do papel da produção de hidrogênio, bem como de seu uso para a descarbonização de outros produtos de alto valor agregado, como passível de contribuição para o desenvolvimento econômico brasileiro, além de posicionar o país como referência, regional e internacional, para a descarbonização. Nesse contexto, a projeção do país como um dos principais exportadores globais do hidrogênio até 2030 (Figura 1) deve ser revisitada, especialmente ao ter a exportação como um ponto a ser atingido por dois dos três principais instrumentos da NIB, todos já citados nesse trabalho, principalmente, na Missão 2 - Instrumentos para os desafios estruturais, com a criação do BNDES EXIM³³, programa

³³ **BNDES EXIM**

financiador de exportação do Plano Mais Exportação (DE-FIN-3) que inclui uma lista de máquinas de baixo carbono entre os produtos financiáveis.

A participação brasileira nos fóruns internacionais de discussão e troca de conhecimentos sobre o hidrogênio de baixo carbono, como o IHTF, representa a ocupação brasileira de espaços, tanto para a troca de conhecimento técnico-científico, quanto para realizar transações comerciais com financiadores e compradores internacionais do hidrogênio brasileiro e é reconhecido como importante para a estratégia brasileira. Outro espaço com essa finalidade é considerado como uma das três ambições do PNH2, os chamados *Hubs* de hidrogênio, um espaço que pode ser físico ou virtual para a reunião de *startups* que buscam conectar as empresas e gerar conexões com investidores, instituições, governamentais ou de ensino, e especialistas, todos os agentes envolvidos na cadeia de inovação (MAPA, 2022). Os *hubs* também podem ser uma maneira de, novamente, promover a cadeia de políticas horizontais, com centros de pesquisa e desenvolvimento de tecnologias, e não apenas as políticas verticais.

O PNH2 ainda recomenda ao Ministério de Minas e Energia a construção de um programa para o desenvolvimento de Hubs, o Programa Pró-Hubs Brasil, esquematizado no plano conforme a Figura 7, para “construção de sinergias entre a geração de energia e as infraestruturas associadas” (MME, 2023a, p.21). Além dos *hubs* incluírem a infraestrutura necessária ao pleno funcionamento do hidrogênio de baixo carbono - transporte, armazenamento e produção - e proporcionarem uma estrutura de comunicação, também seriam responsáveis por catalisar o esforço para a descarbonização de outros setores, como os de difícil abatimento (MME, 2023a). O esforço de criação de hubs de hidrogênio também reflete sua importância diante dos desafios do armazenamento e transporte, estes que são postos como temas centrais e possibilitam a difusão do hidrogênio (FGV, 2023). Embora o fomento à construção de *Hubs* siga a mesma linha de incentivo à exportação, não existe a menção direta a essa ação na NIB, apenas no PNH2, demonstrando uma divergência, ou desequilíbrio de expectativas, nesse segmento.

Entretanto, embora a exportação seja um item de reconhecida importância nesse processo, não apareceu como foco principal de nenhum dos dois planos aqui analisados. A perspectiva exportadora aparece como uma das possibilidades de direcionamento do hidrogênio brasileiro, mas não é apresentada como a solução ou o foco principal presentes nas metas e ações estabelecidas. Tal fato pode representar a busca pela consolidação do desenvolvimento nacional. Compreende-se melhor esse posicionamento do governo brasileiro a partir da fala do Secretário de Desenvolvimento Industrial, Inovação, Comércio e Serviços

do MDIC, Uallace Moreira³⁴, no IV Fórum Brasil-União Europeia em julho de 2024, que reafirmou as vantagens competitivas do Brasil para a produção de hidrogênio de baixo carbono e ressaltou que o papel do país não pode ser restrito apenas à produção e exportação sem o desenvolvimento da cadeia produtiva em território nacional. O posicionamento do secretário sustenta os objetivos das políticas industriais, elaboradas pelo governo em busca da inovação e do desenvolvimento nacional sustentável.

Figura 7. Desenho esquemático proposto pelo Plano de Ação Trienal 2023-2025 do PNH2



Fonte: (MME, 2023a, p.21)

Um fato a ser analisado diz respeito a NIB incentivar projetos de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) e direcionar instrumentos financeiros, como financiamentos e liberação de linhas de crédito, para estimular, a partir de políticas industriais, o desenvolvimento produtivo e tecnológico (MDIC, 2024b). Ainda que a NIB não toque diretamente no desenvolvimento de PD&I para o hidrogênio, esse plano promove o incentivo à inovação tecnológica com foco na descarbonização. Já o PNH2 define como uma de suas prioridades o desenvolvimento de PD&I para a redução de custos na cadeia do hidrogênio. O PNH2 possui classificado como em ‘andamento e/ou finalizado’ alguns projetos da 1ª Câmara Temática - Fortalecimento das Bases Tecnológicas - voltados ao financiamento de ações voltadas à PD&I do hidrogênio, como a “abertura de chamada pública PD&I em apoio ao Programa Combustível do Futuro e à Iniciativa Brasileira do Hidrogênio (IBH2 MCTI): 23 propostas aprovadas na Linha 4 – Hidrogênio Sustentável, com recursos do FNDCT (CT-Energ), totalizando R\$ 15,8 milhões.” (MME, 2023a, p.26).

³⁴ Trecho completo da fala do secretário disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=XFyivXCbazo>

Por fim, a aderência das prioridades do PNH2 à NIB devem ser elencadas como o sucesso desse plano, haja vista que as três prioridades, todas já caracterizadas no presente trabalho, possuem projetos em ‘andamento e/ou finalizado’ elencados pelo próprio Plano de Trabalho (2023) e são reconhecidas pela NIB em seu Plano de Ação (2024). A primeira, sobre a definição do marco legal-regulatório nacional, obteve grande sucesso com a aprovação do PL 2308/2023 que se tornou a Lei Ordinária 14.948/2024, já citada anteriormente. A segunda, referente à intensificação dos investimentos em PD&I, foi citada acima. A terceira prioridade, que também já pode ter resultados reconhecidos, busca ampliar o acesso a financiamento, tais resultados podem ser vistos na NIB, por exemplo, ao analisar o instrumento de financiamento - M5-FIN-1 (citado na seção 2.2.1 Missão 5).

Diante disso, é possível perceber que existe a aderência do PNH2 à NIB, no entanto, também há pontos de lacunas. Segundo a análise da organização brasileira Instituto Talanoa (2024), através da plataforma Política Por Inteiro, atuante na verificação das políticas públicas, sobretudo na agenda de mudança climática e meio ambiente, em análise referente à NIB e sua convergência com a agenda climática³⁵, evidencia-se a falta de profundidade e detalhamento necessários para atingir as metas propostas. Além disso, a organização identifica desafios em relação à “clareza, ambição e objetividade” da Missão 5, específica do setor climático, e indica a falta de um diagnóstico satisfatório para estabelecer os objetivos dessa missão.

Em relação à Missão 5 da NIB, ponto principal de convergência com o PNH2, a organização pontua uma “aglomeração setores e metas em uma mesma força-tarefa” (Instituto Talanoa, 2024), tendo em vista que o título da Missão envolve bioeconomia, descarbonização e transição e segurança energética. Assim, percebe-se a união de setores divergentes que, não necessariamente, conseguem encontrar harmonia e coordenação nas metas, objetivos e instrumentos de aplicação, apesar de estarem relacionados à agenda climática. Ainda, pontua-se que a análise citada acima não mencionou de forma direta as políticas industriais desenvolvidas para o hidrogênio verde, o foco da análise foi direcionado para a transição energética como um todo. Finalmente, essa sessão apresenta elementos de aderência do PNH2 à NIB, ainda que a publicação do Plano de Trabalho do PNH2 tenha sido anterior à NIB, os planos apresentam objetivos convergentes em direção ao desenvolvimento sustentável industrial e a partir de energias de baixo carbono ou da descarbonização do setor, incluindo diretamente o hidrogênio. Entretanto, observa-se os questionamentos referentes às metas abrangentes e com pouca clareza na Missão 5, detectando uma falha no

³⁵ **(Instituto Talanoa, 2024)**

estabelecimento mais objetivo das metas e do direcionamento coordenado para a agenda climática.

O Quadro 2 sistematiza os pontos de aderência e afastamentos de temas relevantes no PNH2 e na NIB.

Quadro 2. Temáticas de aderência e afastamento do PNH2 à NIB

Categoria	PNH2	NIB
Estrutura do plano (instrumentos, atores envolvido, indicadores e previsão de resultados)	X	X
Financiamento	X	X
Programas de tecnologia e PD&I	X	X
Incentivo à participação em fóruns internacionais	X	X
Infraestrutura para o hidrogênio	X	X
Criação de <i>Hubs</i> tecnológicos	X	
Estímulo à exportação	X	X
Definição do marco-legal regulatório nacional do hidrogênio	X	X
Qualificação de profissionais	X	X

Fonte: elaboração nossa com base no Plano de Ação da NIB (MDIC, 2024b) e no Plano de Trabalho do PNH2 (MME, 2023a).

A partir das informações apresentadas nesta seção, observa-se a aderência do PNH2 à NIB ao verificar a linearidade dos objetivos de ambos os planos em direção ao desenvolvimento nacional industrial verde, ainda que, do ponto de vista da NIB parece necessário maior nível de detalhamento sobre os meios da descarbonização.

4. CONTEXTO INTERNACIONAL DA TRANSIÇÃO ENERGÉTICA: O CENÁRIO MUNDIAL E OS ACORDOS DE COOPERAÇÃO DO BRASIL

Novos projetos de cooperação internacional são encorajados e percebidos pelo governo brasileiro como uma alternativa para auxiliar na promoção do hidrogênio de baixo carbono, tanto para troca de conhecimento e expansão dos projetos de PD&I, quanto localizar financiamentos internacionais e promover negócios com outras nações e suas empresas.

Tendo em vista a oportunidade de tornar o Brasil um país com vantagens competitivas no mercado emergente do hidrogênio (FGV, 2023), o país tornou-se alvo do fluxo de investimentos para a expansão da geração de H2V no mundo e o estabelecimento de diretrizes claras e de regulamentações nacionais contribui para aumentar a confiança de investidores internacionais e catalisar o desenvolvimento.

Ainda, o nível nacional tende a buscar internacionalmente a maximização de seus benefícios e isso esbarra na execução estratégica dessa abertura, haja vista que a falta de planejamento estratégico pode tornar a indústria nacional refém e dependente do setor externo. Nesse sentido, o caminho brasileiro em direção à TE tem buscado posicionar-se estrategicamente sobre os interesses nacionais e objetivos de desenvolvimento e a neointustrialização proposta pelo governo federal. Verifica-se esse discurso também em eventos internacionais, com a afirmação da presidente do Consórcio Nordeste³⁶ Fátima Bezerra: “[...] Não queremos só vender hidrogênio verde, mas reindustrializar o Nordeste”, na *World Hydrogen Summit & Exhibition*³⁷ em Roterdã, em 2024, no pavilhão promovido pela Agência Brasileira de Promoção de Exportações e Investimentos (ApexBrasil).

Esse capítulo, portanto, busca contribuir com a compreensão da TE mundial, a partir de relatórios internacionais, e dos acordos internacionais firmados pelo Brasil para estimular a agenda do hidrogênio de baixa emissão de carbono. Além disso, serão analisados os termos dos acordos e a evolução dos mesmos nos últimos anos, a fim de compreender a ocorrência, ou não, da agenda do hidrogênio nas ações políticas externas do país.

4.1 Contexto do Hidrogênio na Transição Energética Mundial

O *World Investment Report* (2023) anuncia que investimentos em infraestrutura para possibilitar a transição energética renovável ainda estão aquém do necessário, embora essa ação seja geralmente elencada como uma prioridade global. O hidrogênio de baixa emissão de carbono ainda é um vetor de energia limpa em estágio inicial e seu desempenho na transição para a energia renovável e limpa pode contribuir na agenda da TE (*Global Hydrogen Review*, 2022). Para executar a função de acompanhamento e, além disso, promover políticas e projetos para acelerar a implantação das tecnologias do hidrogênio, a *Hydrogen Initiative*

³⁶ (ApexBrasil, 2024).

³⁷ A série de eventos do *Sustainable Energy Council - World Hydrogen* reúne governos e empresas de toda a cadeia de suprimentos do hidrogênio para impulsionar o setor e garantir o bom desempenho dessa fonte de energia com um papel fundamental na transição energética. O evento incentiva as partes interessadas em todo o mundo a agir, conhecer a indústria e promover novos negócios. Os Summits são anuais e, no ano de 2025, serão divididos em: *World Hydrogen*, *Hydrogen Americas* e *Asia-Pacific Hydrogen*. Disponível em: [Sustainable Energy Council](#)

(H2I), também desenvolvida no âmbito da *Clean Energy Ministerial*, apresenta-se como uma das facilitadoras desse processo e é citada no PNH2 como um dos espaços de discussão com engajamento e participação ativa do país.

Segundo dados da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), a matriz energética mundial em 2021 foi composta por 85,3% de fontes não renováveis, número alto comparado com os dados do Brasil para o mesmo ano, com a matriz composta por 55,2% de fontes não renováveis. Os dados e relatórios mais recentes sobre a matriz energética mundial publicados pelo *International Energy Agency* (IEA) ou pelo *International Renewable Energy Agency* (IRENA) ainda informam números referente ao ano de 2021. Como indicativo de evolução, no recente relatório publicado pelo IRENA, em julho de 2023 (IRENA, 2023a), é informado que, após a revisão da capacidade total de produção de energias renováveis, o ano de 2022 apresentou alta de 10 GW, sendo a energia solar a responsável por quase todo o aumento. Os dados brasileiros, no entanto, foram publicados no Balanço Energético Nacional 2024 e informam que a matriz energética do país em 2023 é composta por 49,1% de fontes renováveis, demonstrando a evolução brasileira no uso de fontes renováveis.

No cenário mundial, é possível observar a evolução entre 2020-2021, segundo a IRENA (2023a), houve um aumento de 5,4% na geração de eletricidade renovável, com destaque para a Ásia, região responsável por 80% deste crescimento a partir de energia eólica. Além disso, houve um aumento de 23% na geração de energia solar e 16% de aumento na geração de energia eólica, ambas as fontes respondem por 80% do crescimento da geração total de energia renovável desde 2017. Tais aumentos são de extrema importância no cenário de crescimento da agenda do hidrogênio, tendo em vista que a geração de energia do hidrogênio verde depende de outras fontes renováveis durante o processo de eletrólise da água.

O comprometimento em atingir o *net zero*³⁸ até 2050 veio por parte dos países membros do G7³⁹ (IRENA, 2024), mas para isso é necessária uma transformação estrutural e abrangente no setor energético e nos setores de utilização final, como transportes, indústria e construção civil. De forma sistemática, o impulso para a descarbonização do sistema energético torna-se possível a partir do aumento da eficiência energética, da acelerada inserção de energias renováveis e da eletrificação direta (IRENA, 2022). Segundo o IRENA

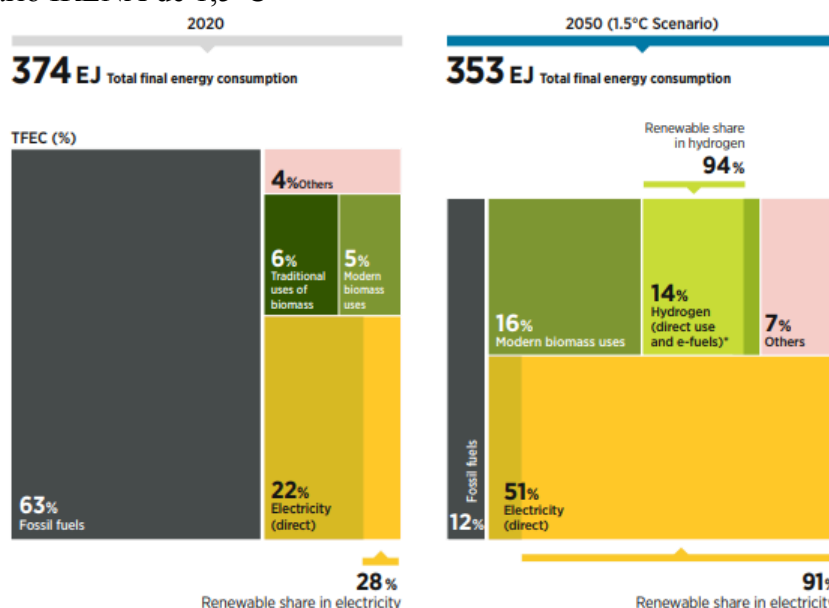
³⁸ “*Net zero* é o compromisso de reduzir as emissões de gases de efeito estufa na atmosfera. A expressão completa é *net zero carbon emissions* (zero emissões líquidas de carbono, em tradução livre).” Fonte: <https://ideiasustentavel.com.br/glossario-o-que-e-net-zero-compromisso-zerar-emissoes/>

³⁹ Grupo dos 7 (G7) é uma organização informal formada por: Canadá, França, Alemanha, Itália, Japão, Reino Unido e Estados Unidos.

(2024), a eletricidade torna-se o principal vetor de energia em um cenário *net-zero* e, nesse cenário, o hidrogênio pode se tornar o elo entre geração de eletricidade renovável e os setores de difícil redução.

De acordo com o relatório *Global Hydrogen Trade to Meet the 1.5°C Climate Goal* (IRENA, 2022), o hidrogênio e seus derivados devem representar até 14% do consumo total de energia final até 2050, conforme Figura 8.

Figura 8. Composição do consumo final total de energia por vetor energético (fonte de energia secundária): Cenário IRENA de 1,5°C



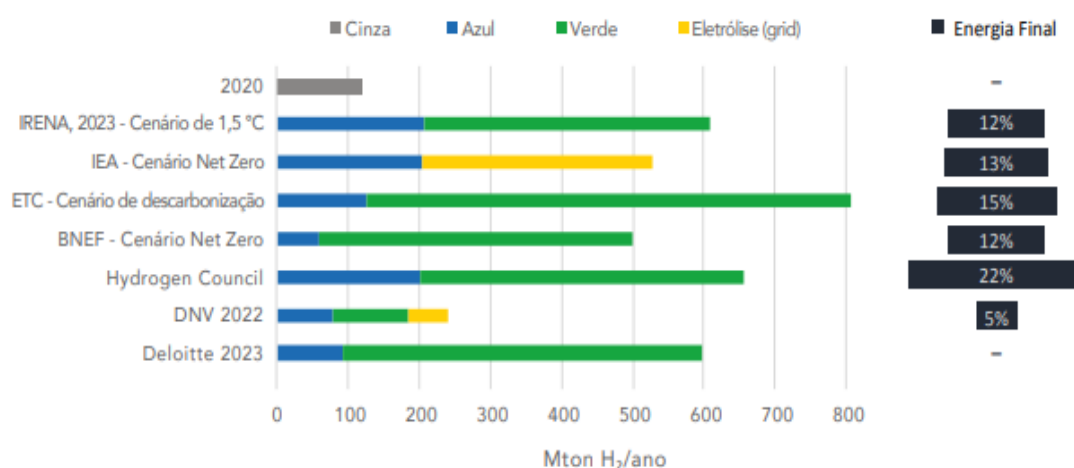
Fonte: relatório IRENA *World Energy Transitions Outlook 2023: 1.5°C Pathway* (2023b, p.48)

Para alcançar o cenário 1,5°C citado acima, o relatório IRENA *World Energy Transitions Outlook 2023: 1.5°C Pathway* (2023b) estima USD 150 trilhões em investimentos destinado a tecnologias para a transição energética, especialmente no setor de “energias renováveis, eficiência, eletrificação, hidrogênio e remoção de carbono” (IRENA, 2023b, p. 145). Essa estimativa ultrapassa em cerca de USD 47 trilhões de USD o previsto no IRENA *Planned Energy Scenario*, que calcula investimentos acumulados de USD 103 trilhões para o setor energético, sendo 60% destes investimentos destinados a tecnologias de transição e energias renováveis, e 40% do planejado permanece voltado para combustíveis fósseis. Assim, para possibilitar o cenário 1,5°C, o relatório apresenta a demanda de realocação dos recursos, além de capital adicional, para que sejam destinados às tecnologias que promovam o avanço do setor de energia em direção às fontes renováveis.

O hidrogênio cinza, utiliza-se primariamente de combustíveis fósseis, no cenário *net zero*, os combustíveis fósseis serão substituídos por energias renováveis como a solar e a eólica, transformando o hidrogênio cinza em renovável, para assim ser utilizado, bem como seus derivados, em aplicações como o *e-fuel*⁴⁰. Apesar da produção ainda modesta do hidrogênio de baixa emissão de carbono, diversos cenários são apresentados nos relatórios internacionais que elaboram o desenho da demanda por hidrogênio até 2050. Em relatório produzido pela FGV (2023), os resultados de algumas projeções produzidas por instituições diferentes foram comparadas, apresentando a parcela de hidrogênio verde e azul projetada como demanda global de energia.

Na Figura 9, observa-se que a projeção produzida pela *Energy Transition Commission* em 2021 é a mais otimista em relação a quantidade de Mton H₂/ano, chegando a marca de 800 Mton H₂/ano com o hidrogênio representando 15% da energia final produzida. Já a projeção do *Hydrogen Council*, publicada em 2021, sugere que 22% da energia final produzida será derivada do hidrogênio, mesmo com maior pessimismo em relação à quantidade de Mton H₂/ano (FGV, 2023). As projeções condensadas pela FGV (2023) reforçam que, mesmo diante de diferentes perspectivas para a demanda global por hidrogênio, essa fonte renovável de energia será essencial para a transição energética e a expectativa sobre os resultados já permeiam os relatórios de diversas instituições e fóruns internacionais sobre energia e transição energética.

Figura 9. Projeção de demanda para o Hidrogênio, elaborada pela FGV



Fonte: (FGV, 2023, p.44)

⁴⁰ “O e-combustível é um tipo de combustível sintético feito a partir de hidrogênio e dióxido de carbono, sendo uma alternativa aos combustíveis fósseis. [...] deve ser feito com fontes de energia renovável ou simplesmente livre de CO₂.” Fonte: <https://www.ecycle.com.br/e-combustivel/>

O relatório IRENA (2023a) propõe que deve ocorrer um realinhamento da forma como a cooperação internacional funciona e, a partir do uso do financiamento multilateral, as instituições devem priorizar a construção da infraestrutura para sustentar o novo sistema energético. Essa movimentação deve gerar um efeito que transborda das ações climáticas para o impulso ao desenvolvimento, aquecendo a dinâmica econômica e social.

O impulso ao desenvolvimento pode ser percebido através do aumento nos investimentos e nos projetos já anunciados. O relatório *Hydrogen Insights 2024*, elaborado pelo *Hydrogen Council* em colaboração com a *McKinsey & Company* e publicado em setembro de 2024, apresenta dados muito positivos para o cenário internacional do hidrogênio verde. Em relação aos financiamentos, a fase de projetos elevou de USD 390 bilhões em 2022 para USD 680 bilhões em 2024, já a fase mais avançada com os projetos já iniciados, caracterizada como *committed*, também teve alta nos investimentos, que passaram de USD 30 bilhões (8% do total de investimentos) em 2022 USD para USD 75 bilhões (11% do total de investimentos) em 2024. A alta nos projetos *committed* apresenta o amadurecimento dessa cadeia, que passou a elevar os investimentos em projetos já em andamento (Hydrogen Council, 2024).

Em relação ao número de projetos anunciados, em 2024 existiam 1.572 projetos foram anunciados globalmente, sendo 1.125 projetos já com data comercial de operação planejada até 2030. Os dados por região revelam que a Europa lidera o número de projetos, contabilizando 617 projetos anunciados e é seguida pela América do Norte, com 280 (Hydrogen Council, 2024). Além disso, a Europa ainda possui o maior total de investimentos anunciados, totalizando USD 199 bilhões, a América Latina apresenta o segundo maior volume de investimentos anunciados, com USD 107 bilhões, e a América do Norte, por fim, detém o terceiro maior investimento, cerca de USD 96 bilhões, além de acumular o maior crescimento absoluto de investimentos anunciados entre 2023 e 2024 alcançando USD 28 bilhões. Ademais, USD 680 bilhões em investimento direto foram anunciados em projetos de hidrogênio até 2030, um crescimento de mais de 20% em relação à 2023 (Hydrogen Council, 2024).

Diante dessa observação acerca do cenário internacional, a cooperação internacional apresenta-se como um instrumento para gerar efeitos positivos em vários setores do país, os acordos celebrados pelo Brasil e outras nações no âmbito do hidrogênio serão analisados, com o objetivo de compreender os termos utilizados.

4.2 Análise dos termos acordos do Brasil

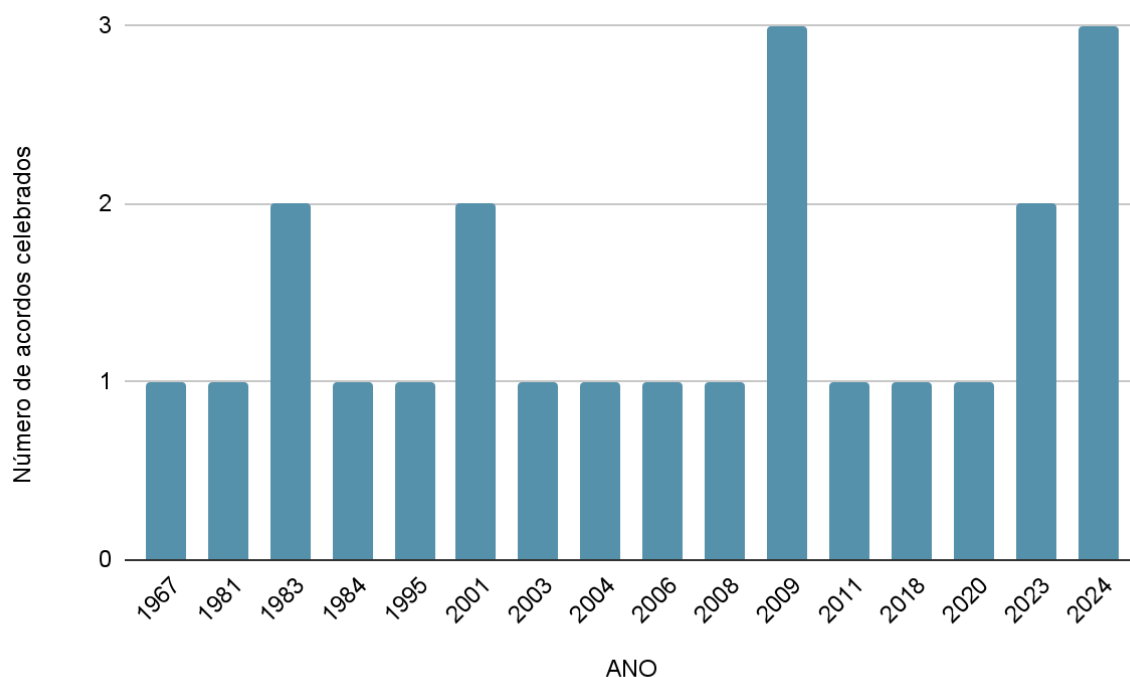
A fim de buscar os acordos de cooperação celebrados pelo Brasil no âmbito do hidrogênio, o portal Concórdia⁴¹ foi utilizado para sistematizar a pesquisa. A partir do mecanismo de busca do portal a palavra *hidrogênio* gerou como resultou uma lista com 26 acordos⁴² celebrados pelo país que envolviam essa palavra-chave. A lista com os 26 resultados de pesquisa apresenta os seguintes dados: Título do Acordo; Outra Parte; Assuntos; Data Celebração; e Status da Tramitação. Além disso, pelo portal de busca do site é possível realizar o download rápido do documento na íntegra.

A princípio, a partir da data de celebração, foi observado que no governo Lula III (2023-2026) foram celebrados cinco acordos, até Setembro de 2024, momento da presente pesquisa, sendo dois em 2023 e três em 2024. Esse fato representa uma evolução na quantidade de acordos celebrados com referência ao hidrogênio, haja vista que na totalidade da gestão do governo anterior, de Jair Bolsonaro (2019-2022), foram celebrados apenas dois acordos. Entretanto, o governo anterior ainda apresentou uma evolução comparado ao cenário que se estabelecia anteriormente, ao considerar que o último acordo celebrado havia sido em 2011. Portanto, entre o primeiro e segundo mandato do Presidente Lula (2003-2011) oito acordos foram celebrados, posicionando seu governo como o principal responsável por acordos citando a agenda do hidrogênio, conforme Figura 10. Diante desses dados, verifica-se que 50% dos 26 acordos filtrados a partir do portal Concórdia foram celebrados sob o governo Lula.

⁴¹ O sistema Concórdia é um acervo que contém dados referentes aos atos internacionais celebrados pelo Brasil desde 1822. É organizado pelo Ministério das Relações Exteriores. Disponível em: <https://concordia.itamaraty.gov.br/>

⁴² A lista com os 26 resultados de pesquisa pôde ser exportada em formato PDF e está disponível em: **■ resultado da busca no Concordia: 26 acordos.pdf**

Figura 10. Gráfico com os acordos celebrados por ano (1967-2024)



Fonte: Elaboração própria, a partir dos dados da Plataforma Concórdia (2024) do MRE

Os acordos celebrados desde 2010 até 2024⁴³ serão analisados para observar os termos estabelecidos e, principalmente, verificar a aderência desses acordos à temática da transição energética, contexto de citação do hidrogênio e ao PNH2 e à NIB, no caso dos acordos elaborados durante o governo Lula III (2023-2026).

A fim de compreender o nível de compromisso firmado a partir dos acordos celebrados, o Quadro 3 destaca a classificação definida nos acordos. De acordo com a sistematização definida por Alves, Barbosa e Ribeiro (2018), com base nas informações do Ministério da Relações Exteriores (MRE), o Grupo 1 concentra acordos “celebrados em forma simplificada” (p.10) sem comprometimento das despesas do país, sendo o orçamento para recursos aprovado previamente por “Lei, perfis e objetivos citados em MRE [...]”. Já o Grupo 2, é composto por acordos que registram princípios gerais responsáveis por guiar as relações entre as partes envolvidas. O Grupo 3 contempla acordos de maior complexidade e com grandes compromissos econômicos, estes que podem gerar implicações financeiras ao país.

O baixo nível de compromisso se confirma na leitura dos acordos selecionados, entretanto os materiais informativos presentes nos textos representam um esforço no direcionamento da agenda do hidrogênio para a geração de baixa emissão de carbono envolvendo o desenvolvimento sustentável, incluindo em todos os acordos matéria sobre

⁴³ Concórdia - MRE (8 resultados de busca entre jan. de 2010 - set. de 2024)

cooperação técnico-científica, troca de conhecimento e apoio aos fluxos internacionais necessários a transição energética.

Quadro 3. Classificação Hierárquica dos Atos Internacionais

Nível de Compromisso	Ato Internacional
1	Declaração Conjunta
1	Plano de ação de parceria estratégica
2	Ata final da Comissão Mista
3	Protocolo Adicional ao Acordo de Alcance Parcial de Complementação Econômica

Fonte: elaboração própria, a partir dos dados do Concórdia (2024)

Dos oito acordos assinados entre 2010-2024, apresentados pelo Quadro 4, apenas seis referem-se de forma direta à Transição Energética, com os termos *hidrogênio de baixa emissão* ou *hidrogênio descarbonizado* encontrados com expressão direta, exceto na Declaração Conjunta Brasil-Argentina, mesmo que ainda haja a menção ao hidrogênio relacionado à TE. A matéria dos atos será analisada em busca de elementos que auxiliem na identificação da atuação internacional do Brasil com outras nações na agenda do hidrogênio.

Quadro 4. Ministério das Relações Exteriores: Divisão de Atos Internacionais e Relação de Acordos entre 2010-2024

Título do Acordo	Outra Parte	Assuntos*	Data da celebração	Status da Tramitação
Declaração Conjunta dos Presidentes da República Federativa do Brasil, Luiz Inácio Lula da Silva, e da República do Chile, Gabriel Boric Font	Chile	Declaração Conjunta (1)	05/08/2024	Em Vigor
Ata Final da VII Sessão da Comissão Mista Brasil-África do Sul	África do Sul	Comissão Mista (2)	23/04/2024	Em Vigor
Novo Plano de Ação da Parceria Estratégica Brasil-França	França	Cooperação (1)	28/03/2024	Em Vigor

Declaração Conjunta de Intenção sobre a Parceria para uma Transformação Ecológica e Socialmente Justa entre a República Federativa do Brasil e a República Federal da Alemanha	Alemanha	Declaração Conjunta (1)	04/12/2023	Em Vigor
Declaração Conjunta por ocasião da visita oficial à República Argentina do Presidente da República Federativa do Brasil, Luiz Inácio Lula da Silva	Argentina	Declaração Conjunta (1)	23/01/2023	Em Vigor
Primeiro Protocolo Adicional ao Acordo de Alcance Parcial de Complementação Econômica N° 74 entre a República Federativa do Brasil e a República do Paraguai	Paraguai	Protocolo de Complementação Econômica - no âmbito da Aladi** (3)	11/02/2020	Em Vigor
Centésimo Quinquagésimo Quarto Protocolo Adicional ao Acordo de Complementação Econômica N° 18, celebrado entre Argentina, Brasil, Paraguai e Uruguai	Argentina, Paraguai e Uruguai	Protocolo de Complementação Econômica - no âmbito da Aladi**(N/A)	05/07/2018	Em Vigor
Declaração Conjunta - Visita oficial da Presidenta da República Federativa do Brasil, Dilma Rousseff, à Presidenta da República Argentina, Cristina Fernández de Kirchner	Argentina	Declaração Conjunta (1)	31/01/2011	Em Vigor

Fonte: emitido no site Concórdia em setembro de 2024, utilizando o termo *hidrogênio* no mecanismo de busca.

*O assunto foi elencado junto ao nível de compromisso classificado de acordo com o Quadro 3.

** São países membros da Aladi: Argentina, Bolívia, Brasil, Chile, Colômbia, Equador, México, Paraguai, Peru, Uruguai, Venezuela, Cuba e Panamá. Nicarágua encontra-se em processo para ser constituída como membro.

A mais recente entre os atos executados pelo Brasil é a Declaração Conjunta Brasil-Chile, que versa sobre a cooperação para expandir a produção e uso de fontes renováveis de energia, citando de forma específica o hidrogênio de baixo carbono. Os países também afirmam a colaboração em sessões internacionais da *Clean Energy Ministerial* e no grupo de transição energética do G20, com o objetivo de transmitir a visão da América Latina acerca de uma transição energética justa que auxilie os países durante o processo de melhoria produtiva de forma sustentável. Essa declaração estende a integração regional para uma área de cooperação mais centrada no desenvolvimento econômico dos países de acordo com as agendas climáticas estabelecidas.

A Ata produzida pela Comissão Mista Brasil-África do Sul representa o maior nível de comprometimento entre os acordos já analisados, algo que reflete na estruturação do documento, que apresenta o relato dos grupos de trabalho reunidos durante a XV Cúpula do BRICS. Nesse sentido, o Grupo de Trabalho de Energia e Mineração discutiu sobre o hidrogênio e foram apresentadas as estratégias e objetivos de cada país, trazendo relevância à cooperação internacional, troca de informações e necessidades regulatórias em comum. Além disso, reiteraram a importância de rotas tecnológicas para o hidrogênio de baixo carbono a partir de abordagens flexíveis e abrangentes, bem como sugeriram a negociação de instrumentos para permitir a elaboração de um arcabouço legal para os países cooperarem no setor energético.

Em relação ao Plano de Ação para a parceria estratégica entre Brasil e França, é identificado o estabelecimento de pautas referentes à colaboração para o financiamento da transição energética, cooperação para o hidrogênio de baixo carbono, além da promoção de incentivos para a regulamentação e certificação da produção, uso e comercialização dessa energia. Esse cenário apresenta maior especificação dos objetivos para essa parceria e define de forma mais detalhada os pontos a serem tocados no âmbito do hidrogênio.

É possível citar a Declaração Conjunta Brasil-Alemanha como a mais específica no âmbito ecológico e sustentável, haja vista que esse é o tema declarado como intenção da formação da parceria. Os temas permeiam os 17 ODS, ao incorporar o ambiente justo ao desenvolvimento sustentável e o clima. O compromisso é assumido no trabalho que ambos os países se comprometem a realizar no tema da TE, a descarbonização dos transportes e eficiência de recursos são citados como objetos a serem trabalhados. Além disso, identifica-se o comprometimento em criar capacidades técnicas e treinamento para possibilitar os projetos de descarbonização, incluindo diretamente o hidrogênio de baixo carbono.

A Declaração Conjunta Argentina-Brasil (2023) pode ser identificada como a menos específica entre os acordos já citados, haja vista que o hidrogênio não é especificado como baixo carbono e o processo de descarbonização não surge como matéria específica. Entretanto, o interesse na construção de projetos de produção energética binacionais desenvolvidos no âmbito da transição energética é pontuado, indicando um interesse em cooperação técnica somada à integração regional, tópico positivo para a estratégia brasileira de ampliação das cadeias do hidrogênio, além do compromisso com a intensificação dos fluxos de comércio e de investimentos já existentes entre os países.

Os acordos firmados no âmbito da Associação Latino-Americana de Integração (Aladi) não versam sobre o hidrogênio no contexto tomado no presente trabalho e não foram

celebrados sobre a temática da transição energética para impulsionar o uso de energias renováveis. O primeiro, entre Brasil, Paraguai e Uruguai, aprova uma redução tarifária por razões de abastecimento sobre o produto: fluoreto de hidrogênio e busca incorporar na Aladi e seus países membros um Acordo de Complementação Econômica N°18 a Diretriz N° 27/18 da Comissão de Comércio do Mercosul, mas sua internalização não se aplica ao Brasil (Brasil, 2022b). Já o segundo foi celebrado entre Brasil e Paraguai e aborda o Acordo de Alcance Parcial de Complementação Econômica N°74, que busca estabelecer um protocolo sobre Produtos Automotivos, todos citados no documento e identificados a partir da Nomenclatura Comum do Mercosul (NCM), esse acordo foi internalizado pelo Brasil no Decreto nº 10.493, de 23 de setembro de 2020⁴⁴ e refere-se a preferências tarifárias que podem chegar a 0% de tarifa *ad valorem*. Nesse segundo caso, modifica de forma relevante os encargos financeiros da economia brasileira.

Outra Declaração Conjunta entre Brasil e Argentina (2011) reafirma a importância estratégica dos dois países sobre a integração regional, ainda, registram o avanço na elaboração do Plano de Trabalho Científico-Tecnológico do Programa Bilateral de Energias Novas e Renováveis e, de forma mais específica, na definição de projetos na área de combustíveis, da produção de hidrogênio através de álcoois. Citam, de forma complementar, a reunião de pesquisadores brasileiros e argentinos para discutir ações sobre a cooperação em hidrogênio, apresentando a atenção específica que esse setor representou na declaração elaborada. Esse nível de atenção dado à temática da cooperação para o hidrogênio demonstra um avanço linear entre 2011-2023, ao não remeter de forma direta ao hidrogênio de baixo carbono, como ocorreu em 2023, sendo esta uma matéria energética que não versa especificamente sobre a transição energética.

Diante dos itens discutidos nos acordos acima, a cooperação internacional, especialmente visando a troca de conhecimentos técnicos e científicos, é apresentada como uma matéria de interesse de grande parte dos atores aqui citados. Entre os oito documentos citados nesse trabalho apenas dois não versam sobre o hidrogênio como uma fonte de energia promissora, esse cenário identifica o comprometimento do país com a participação internacional, busca por experiências externas e preocupações sobre a legislação, conteúdos que também podem ser identificados na NIB, algo que também demonstra o direcionamento do governo.

⁴⁴ “O comércio de produtos automotivos entre Brasil e Paraguai é regulamentado pelo 1º Protocolo Adicional ao ACE 74. O instrumento, que foi assinado em 11 de fevereiro de 2020 e internalizado no Brasil pelo Decreto nº 10.493, de 23 de setembro de 2020, entrou em vigor em 28 de setembro de 2020 e permanecerá vigente por prazo indeterminado ou até a adequação do setor automotivo no Mercosul.” (Brasil, 2022a).

Entre os dois acordos que não versam sobre o hidrogênio como fonte de energia, um deles apresenta um alto nível de comprometimento, ao envolver preferências tarifárias. No caso do hidrogênio de baixo carbono e seu uso para fins energéticos, não foram identificados maiores comprometimentos nos acordos selecionados. Diante disso, o baixo compromisso envolvido nos documentos selecionados e o não estabelecimento de metas concretas nos documentos analisados apresenta um cenário em que, possivelmente, não é de interesse do país assumir outros compromissos internacionalmente, além dos que já foram instituídos nos fóruns internacionais, como na COP-21.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo fornece uma análise do caso brasileiro a partir de sua nova política industrial, lançada em 2024, e do Programa Nacional de Hidrogênio que localiza os objetivos do país na agenda da transição energética. Como objetivos específicos, a pesquisa se debruçou sobre a investigação da NIB, a partir da abordagem orientada por missões, e do PNH2, bem como sua aderência à NIB, e avaliação dos padrões de inserção internacional do Brasil com base nos acordos estabelecidos com outras nações, verificando também sua aderência às políticas industriais promovidas. Para executar as atividades descritas, foi realizada a análise documental combinada a análise de conteúdo dos documentos e relatórios pertinentes sobre essa matéria.

O presente trabalho indica a existência de evidências, nos termos dos acordos e da política, que engendram o desenvolvimento nacional como objetivo das políticas industriais promovidas, além de verificar a relação direta com a agenda climática e o papel de destaque da transição energética. O hidrogênio de baixa emissão de carbono representa um setor em expansão no Brasil e, haja vista suas vantagens competitivas (FGV, 2023), é apresentado como uma oportunidade de desenvolvimento nacional e de transformação do país em uma liderança global na geração de energia limpa (MME, 2023a; MDIC, 2024b).

A Nova Indústria Brasil (NIB) é um programa promovido pelo governo para alcançar a neointustrialização, que se justifica diante dos indicadores sociais que sinalizam os desafios econômicos e sociais vivenciados pela população brasileira. Diante desse cenário, entre as políticas industriais voltadas ao desenvolvimento sustentável, os projetos de transição energética identificam o hidrogênio como oportunidade de implementação de indústrias de alta complexidade no país e na produção de um produto de alto valor agregado. Assim, a construção da NIB levou em consideração as limitações técnicas e competências necessárias

para tornar possível a formulação dessa indústria e, quando analisada em conjunto com o PNH2, elencam a estrutura que deve ser implementada no país.

A construção de ambos os planos, tanto para a NIB quanto para o PNH2, passa pela elaboração de metas e objetivos específicos que devem ser alcançados nos próximos anos. Essa etapa representou um diagnóstico do cenário brasileiro e identificou os gargalos e limitações do país, bem como elencou o caminho a ser seguido, a partir das metas, para superar os desafios. A complementaridade entre a Missão 5 da NIB e o PNH2, dentro da agenda de promoção para o hidrogênio, proporciona maior clareza do caminho a ser tomado pelo governo para promover essa expansão, ao fornecer o detalhamento para identificar o caminho e aproximar os setores público-privados na promoção da indústria verde.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA BRASIL. **Complexo Pecém: projetos de hidrogênio verde**. 2024. Disponível em: <<https://agenciagov.ebc.com.br/noticias/202405/complexo-pecem-projetos-hidrogenio-verde#:~:text=%C3%89%20nessa%20%C3%A1rea%20que%20ser%C3%A3o,atualmente%20%C3%A9%20de%2080%20mil>>. Acesso em: 3 out. 2024.
- ALVES, C. T. *et al.* Evaluation of Energetic Matrix Scenario between Brazil, Germany, France and UK to Attend NetZero Expectation: a Bibliometric Analysis . **Chemical Engineering Tansactions**, v. 100, n. 2283-9216, p. 583–588, 2023.
- ALVES, E. E. C; BARBOSA, G. G.; RIBEIRO, R. A. **Mudanças nos objetivos energéticos e política externa brasileira: os biocombustíveis no Brasil de 2003 a 2012**. Revista de Estudos Internacionais, v. 9, n. 1, p. 26-46, 2018. Disponível em: <<https://www.labmundo.org/wp-content/uploads/2021/05/Artigo-2018-Elia-Elisa-Cia-Alves-Gabriela-Goncalves-Barbosa-Renata-Albuquerque-Ribeiro-REI.pdf>>. Acesso em: 30 set. 2024.
- ALVES, E. E. C; FERNANDES, I. F. de A. L. Objetivos do Desenvolvimento Sustentável: uma transformação no debate científico do desenvolvimento?. **Meridiano 47 - Journal of Global Studies**, v. 21, 20 jul. 2020.
- ANDRADE, A. R. de. **Planejamento Estratégico - Formulação, Implementação e Controle**, 2ª edição. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2016. E-book. ISBN 9788597009040. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597009040/>. Acesso em: 22 set. 2024.
- BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (BNDES). Hidrogênio baixo carbono. [s.l.], [s.n.]. Disponível em: <<https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/onde-atuamos/infraestrutura/hidrogenio-baixo-carbono#modalCompartilhar>>. Acesso em: 30 set. 2024.
- BRASIL. **Acordos Comerciais: Brasil-Paraguai Automotivo - ACE 74**. Portal Siscomex. 2022a. Disponível em: <<https://www.gov.br/siscomex/pt-br/acordos-comerciais/brasil-paraguai-automotivo-ace-74#:~:text=O%201%C2%BA%20Protocolo%20Adicional%20ao%20ACE%2074%2C%20internacionalizado%20pelo%20Decreto,automotivo%20entre%20Brasil%20e%20Paraguai>>. Acesso em: 30 set. 2024.
- BRASIL. **Acordos Comerciais: Mercosul - ACE 18**. Portal Siscomex. 2022b. Disponível em: <<https://www.gov.br/siscomex/pt-br/acordos-comerciais/mercosul-ace-18>>. Acesso em: 30 set. 2024.
- BRASIL. **Legislação Federal Nº 14.948, DE 02 DE AGOSTO DE 2024**. 2024. Disponível em: <<https://normas.leg.br/?urn=urn:lex:br:federal:lei:2024-08-02>>. Acesso em: 30 set. 2024.
- BRASIL. **Vice-Presidência da República. Piauí lança pedras fundamentais de projetos de hidrogênio verde**. 2023. Disponível em: <<https://www.gov.br/planalto/pt-br/vice-presidencia/central-de-conteudo/noticias/piaui-lanca-pedras-fundamentais-de-projetos-de-hidrogenio-verde>>. Acesso em: 3 out. 2024.

BRUGNOLO, M. F. **Gestão estratégica de negócios**. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2018. E-book. ISBN 9788547233143. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788547233143/>>. Acesso em: 22 set. 2024.

CAVALCANTE, P; TONI, J. de. **Os desafios da estratégia de neoindustrialização do Brasil**. Cadernos Gestão Pública e Cidadania. 2023. Disponível em: <<https://periodicos.fgv.br/cgpc/announcement/view/204>>. Acesso em: 1 out. 2024.

CHANTRE, C. et al. Hydrogen Economy Development in Brazil: an Analysis of stakeholders' Perception. **Sustainable Production and Consumption**, v. 34, p. 26–41, 1 nov. 2022.

COMPLEXO DO PECÉM. **Hub de Hidrogênio Verde do Complexo do Pecém**. Disponível em: <<https://www.complexodopecem.com.br/hubh2v/>>. Acesso em: 03 out. 2024.

COMPLEXO INDUSTRIAL PORTUÁRIO - SUAPE. **Complexo de Suape terá suporte internacional para desenvolver hidrogênio verde**. 2023. Disponível em: <<https://www.suape.pe.gov.br/pt/noticias/1762-complexo-de-suape-tera-suporte-internacional-para-desenvolver-hidrogenio-verde>>. Acesso em: 3 out. 2024.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO MARANHÃO. **Investimentos em C&T são necessários para transformar o Maranhão em um hub de hidrogênio verde**. 2024. Disponível em: <<https://www.fiema.org.br/noticia/4786/investimentos-em-ct-sao-necessarios-para-transforma-r-o-maranhao-em-um-hub-de-hidrogenio-verde>>. Acesso em: 3 out. 2024.

FÓRUM DE CIÊNCIA E CULTURA DA UFRJ. **Crescimento inclusivo e sustentável liderado pela inovação: uma abordagem orientada por missões**. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=Oh1Zsz-Tju4>>. Acesso em: 1 out. 2024.

GIZ. **Brasil (Português)**, [s.l.], [s.n.]. Atualizado em: 31 de dez. de 2023. Disponível em: <<https://www.giz.de/en/worldwide/12055.html>>. Acesso em: 30 set. 2024.

GIZ, D. G. FÜR I. Z. **Mapeamento Do Setor De Hidrogênio Brasileiro: Panorama Atual E Potenciais Para O Hidrogênio Verd**. [s.l: s.n.]. 2021.

GOVERNO DO MARANHÃO. **Hidrogênio verde: Maranhão avança na corrida por uma matriz energética sustentável**. 2024. Disponível em: <https://www.ma.gov.br/noticias/hidrogenio-verde-maranhao-avanca-na-corrida-por-uma-matriz-energetica-sustentavel>. Acesso em: 3 out. 2024.

HYDROGEN COUNCIL. **Hydrogen insights 2024**. 2024. Disponível em: <<https://hydrogencouncil.com/wp-content/uploads/2024/09/Hydrogen-Insights-2024.pdf>>. Acesso em: 2 out. 2024.

IBGE Notícias. Censo 2022: **Taxa de analfabetismo cai de 9,6% para 7,0% em 12 anos, mas desigualdades persistem** | Agência de Notícias. 2024a. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/400>>

98-censo-2022-taxa-de-analfabetismo-cai-de-9-6-para-7-0-em-12-anos-mas-desigualdades-persistem>.

IBGE Notícias. **Em 2023, massa de rendimentos e rendimento domiciliar per capita atingem recorde** | Agência de Notícias. 2024b. Disponível em:

<<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/39809-em-2023-massa-de-rendimentos-e-rendimento-domiciliar-per-capita-atingem-recorde>>.

INSTITUTO TALANOA. **A Nova Indústria Brasil (NIB): avaliação e desafios na convergência com a agenda climática**. 2024. Disponível em:

<<https://politicaporinteiro.org/2024/01/25/a-nova-industria-brasil-nib-avaliacao-e-desafios-na-convergencia-com-a-agenda-climatica/>>. Acesso em: 30 set. 2024.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **Energy statistics data browser: Total energy supply by source**. Atualizado em: 21 de dez. de 2023. Disponível em:

<<https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/energy-statistics-data-browser?country=WORLD&fuel=Energy%20supply&indicator=TESbySource>>. Acesso em: 30 set. 2024.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **Global hydrogen review 2022**. [s.l.], [s.n.], 2022. Disponível em:

<<https://iea.blob.core.windows.net/assets/c5bc75b1-9e4d-460d-9056-6e8e626a11c4/GlobalHydrogenReview2022.pdf>>. Acesso em: 30 set. 2024.

INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY. **Coalition for 100% renewable energy scenarios 2024**. Abu Dhabi: IRENA, 2024. Disponível em:

https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2024/Mar/IRENA_Coalition_100_RE_scenarios_2024.pdf. Acesso em: 2 out. 2024.

INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY. **Global hydrogen trade: part 1**. 2022. Disponível em:

<https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2022/Jul/IRENA_Global_hydrogen_trade_part_1_2022_.pdf>. Acesso em: 30 set. 2024.

INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY. **Renewable energy highlights: renewable electricity generation by energy source**. 2023a. Disponível em:

<https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2023/Jul/Renewable_energy_highlights_July_2023.pdf>. Acesso em: 30 set. 2024.

INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY. **World energy transitions outlook 2023: 1.5°C pathway**. Abu Dhabi: IRENA, 2023b. Disponível em:

https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2023/Jun/IRENA_World_energy_transitions_outlook_2023.pdf. Acesso em: 2 out. 2024.

INVESTE PIAUÍ. **Hub de Hidrogênio Verde**. Disponível em:

<<https://investepiaui.com/hub-hidrogenio-verde/>>. Acesso em: 3 out. 2024.

JUHÁSZ, R.; LANE, N.; RODRIK, D. **The global economy in the era of populism**. Annual Review of Economics, v. 16, p. 216-242, 2024. Disponível em:

<<https://drodrik.scholar.harvard.edu/sites/scholar.harvard.edu/files/annurev-economics-081023-024638.pdf>>. Acesso em: 30 set. 2024.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Hubs**. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inovacao/agrohub-brasil/ambientes-inovacao/hubs>. Acesso em: 30 set. 2024.

MAZZUCATO, Mariana. **Financing the Sustainable Development Goals through mission-oriented development banks**. New York: UN Department of Economic and Social Affairs: UN DESA Policy Brief Special issue, set. 2023. Acesso em: 20 set. 2024.

MAZZUCATO, Mariana. **Mission economy: a moonshot guide to changing capitalism**. New York: Harper Business, 2021.

MAZZUCATO, Mariana. **Transformational change in Latin America and the Caribbean: a mission-oriented approach**. Rev.1. Santiago: Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (ECLAC), 2023.

MCTIC. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Acordo de Paris. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/publicacoes/acordo-de-paris-e-ndc/acordo-de-paris>.

MDIC. Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços. **Conselho Nacional de Desenvolvimento Industrial (CNDI)**. Brasília: MDIC, 2024a. Disponível em: <https://www.gov.br/mdic/pt-br/composicao/se/cndi>. Acesso em: 30 ago. 2024.

MDIC. Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços. **Nova indústria Brasil: plano de ação**. Brasília: MDIC, 2024b. Disponível em: <https://www.gov.br/mdic/pt-br/composicao/se/cndi/plano-de-acao/nova-industria-brasil-plano-de-acao.pdf>. Acesso em: 30 ago. 2024.

MGI. **Ministra da Gestão e economista Mariana Mazzucato debatem sobre inovação na ENAP**. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/gestao/pt-br/assuntos/noticias/2023/julho/ministra-da-gestao-e-economista-marina-mazzucato-debatem-sobre-inovacao-na-enap>. Acesso em: 25 set. 2024.

MDIC. NIB | **Que oportunidades surgem com ela?** 2024. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=XFyivXCbazo>. Acesso em: 1 out. 2024.

MICHAELOWA, A. **Climate Policy and Interest Groups—A Public Choice Analysis**. *Intereconomics*, v. 33, n. 6, p. 251–259, nov. 1998.

MME. Ministério de Minas e Energia. **H2 Brasil**. [s.l.], [s.n.]. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/sntep/h2-brasil>. Acesso em: 30 set. 2024.

MME. Ministério de Minas e Energia. **Plano de trabalho trienal do Programa Nacional do Hidrogênio**. Brasília: MME, 2023a. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/programa-nacional-do-hidrogenio-1/planodetrabalhotrienalpn-h2.pdf>. Acesso em: 30 ago. 2024.

MME. Ministério de Minas e Energia. **Programa Nacional do Hidrogênio**. Brasília: MME, 2023b. Disponível em: <<https://www.gov.br/mme/pt-br/programa-nacional-do-hidrogenio-1>>. Acesso em: 30 ago. 2024.

MME. Ministério de Minas e Energia. **Proposta de diretrizes para o Programa Nacional do Hidrogênio (PNH2)**. Brasília: MME, 2021. 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/HidrogênioRelatriodiretrizes.pdf>>. Acesso em: 30 ago. 2024.

MME. Ministério de Minas e Energia. **Política Nacional de Transição Energética irá contribuir para maior articulação entre outras políticas de governo**. 2024b. Disponível em: <<https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/politica-nacional-de-transicao-energetica-ira-contribuir-para-maior-articulacao-entre-outras-politicas-de-governo>>. Acesso em: 30 set. 2024.

MOTA, P. D. DE V. **Hidrogenando O Desenvolvimento: Uma Análise Da Transição Energética Do Ceará À Luz Da Abordagem Missão-Orientada**. Dissertação De Mestrado—[s.l.: s.n.].

MOVIMENTO BW. **Perfil do Especialista: Monica Saraiva Panik**. Disponível em: <<https://movimentobw.org.br/especialistas/perfil/13>>. Acesso em: 3 out. 2024.

OLIVEIRA, D. de P. R. de. **Planejamento Estratégico: Conceitos, Metodologia e Práticas**. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2023. E-book. ISBN 9786559774777. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786559774777/>. Acesso em: 26 set. 2024.

RODRIGUES, Ana Paula. **Brasil vai propor na COP29 criação de fundo para transição energética**. Canal Rural, 02 out. 2024. Disponível em: <<https://www.canalrural.com.br/sustentabilidade/brasil-vai-propor-cop29-criacao-fundo-transicao-energetica/>>. Acesso em: 03 out. 2024.

RODRIK, D. Green industrial policy. **Oxford Review of Economic Policy**, v. 30, n. 3, p. 469–491, 1 set. 2014.

SARAIVA, Mônica. **Apresentação Women in Green Hydrogen**. jul. de 2024. Disponível em: <<https://h2lac.org/wp-content/uploads/2024/07/Apresentacao-Women-in-Green-Hydrogen-03.07.24-Monica-Saraiva.pdf>>. Acesso em: 3 out. 2024.

SCHEIBE, E. F. **Biocombustível E a PEB: Coerência Histórica Entre a Política Energética E PEX E O Papel Dos Grupos De Interesse Na Questão Dos Biocombustíveis**. Monografia De Graduação—Universidade Federal do Rio Grande do Sul: [s.n.].

SENTISHCHEVA, E. et al. Investments of Countries in Renewable Energy Sources in Latin America and the Caribbean: State and Prospects . **EDP Sciences**, v. 460, p. 6, 2023.

SILVA, G. H. R. et al. Renewable Energy Potentials and Roadmap in Brazil, Austria, and Germany. **Energies**, v. 17, n. 6, p. 1482–1482, 20 mar. 2024.

STEINER, A. O Uso De Estudos De Caso Em Pesquisas Sobre Política Ambiental: Vantagens E Limitações. **Revista de Sociologia e Política**, v. 19, n. 38, p. 141–158, fev. 2011.

TANURE, T. M. P.; PORSE, A. A.; DOMINGUES, E. P. **Política Industrial Verde no Brasil: impactos econômicos de opções de mitigação de gases de efeito estufa - uma análise através de equilíbrio geral computável (EGC)**. 2021. Disponível em: <https://www.anpec.org.br/sul/2021/submissao/files_I/i4-289ec31ebc98925c06a3b0978b3d7114.pdf>. Acesso em: 30 set. 2024.

UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAM. **Human Development Insights**. Disponível em: <<https://hdr.undp.org/data-center/country-insights#/ranks>>.

ANEXOS

ANEXO A - Diretrizes do PNH2



4 Objetivos

A Resolução CNPE nº 6/2021 expõe os fatores motivadores e orientadores fundamentais para o **Programa Nacional do Hidrogênio**:

- I - O interesse em desenvolver e consolidar o mercado de hidrogênio no Brasil e a inserção internacional do País em bases economicamente competitivas;
- II - A inclusão do hidrogênio como um dos temas prioritários para investimentos em pesquisa, desenvolvimento e inovação, conforme Resolução CNPE nº 2, de 10 de fevereiro de 2021, aprovada pelo Conselho Nacional de Política Energética;
- III - A importância do hidrogênio como vetor energético que, combinado a outras soluções, tem potencial para contribuir globalmente para uma matriz energética de baixo carbono;
- IV - O interesse na cooperação internacional para o desenvolvimento tecnológico e de mercado para produção e uso energético do hidrogênio;
- V - A diversidade de fontes energéticas disponíveis no País para a produção de hidrogênio;
- VI - As tecnologias associadas a esse vetor energético já desenvolvidas e em desenvolvimento no País;
- VII - A diversidade de aplicações do hidrogênio na economia;
- VIII - O potencial de demanda interna e para exportação de hidrogênio no contexto de transição energética; e
- IX - A liderança do Brasil no tema "Transição Energética" no Diálogo de Alto Nível das Nações Unidas sobre Energia.

Dessa forma, estabelecem-se como princípios do Programa Nacional do Hidrogênio:

- **Valorizar o potencial nacional de recursos energéticos:** reconhecendo as diversas fontes para obtenção do hidrogênio, sendo elas renováveis ou não, bem como a ampla gama de aplicações em múltiplos setores da economia (transportes, energia, siderurgia e mineração, por exemplo);
- **Ser abrangente:** reconhecendo a diversidade de fontes energéticas e alternativas tecnológicas disponíveis ou potenciais, inclusive as possíveis sinergias, para produção, logística, armazenamento e uso do hidrogênio;
- **Alinhar-se às ambições de descarbonização da economia:** considerando trajetórias que viabilizem que o hidrogênio contribua para a neutralidade líquida de carbono até 2050;
- **Valorizar e incentivar o desenvolvimento tecnológico nacional:** tendo em vista os investimentos e experiências já existentes no País e a necessidade