



CADERNOS DE DEREITO ACTUAL

www.cadernosdedereitoactual.es

© **Cadernos de Direito Actual** Nº 24. Núm. Ordinário (2024), pp. 165-184
·ISSN 2340-860X - ·ISSNe 2386-5229

Desafios da Regulação do Hidrogênio Verde no Brasil e na Índia: Uma Transição Energética Sustentável no BRICS?

Challenges of Green Hydrogen Regulation in Brazil and India: A BRICS Sustainable Energy Transition?

Claudia R. Pereira Nunes¹

Universidad Federal do Amazonas e Universidad Complutense de Madrid

Rafael Ribeiro Gonçalves²

Universidad de Lisboa e Universidade Catolica Portuguesa

Sumario: 1. Introdução. 2. Aspectos Técnicos relevantes na produção de Hidrogênio. 3. BRICS: Brasil e Índia no âmbito energético. 4. Impactos Regulatórios do Hidrogênio Verde na Estratégia de Transição Energética do Brasil. 5. Impactos Regulatórios do Hidrogênio Verde na Missão da Transição Energética da Índia. 6. Conclusões. 7. Bibliografia.

Resumo: Este artigo ressalta os obstáculos enfrentados na regulamentação do hidrogênio verde em dois membros proeminentes do BRICS: Brasil e Índia. A pesquisa adota uma abordagem dedutiva, empregando revisão literária multidisciplinar e dados secundários. São utilizados documentos normativos dos países em questão, bem como da União Europeia, que é a precursora na regulação desse segmento de mercado. O objetivo é o de apontar em que estado da arte, ou

¹ Prof. Nunes é PhD em Direito pela Universidade Gama Filho e Pós-doutora em Novas Tecnologias e Direito, junto a ao Centro de Investigação Mediterranea International Centre for Human Rights Research, Reggio Calabria, Itália. Atualmente, Investigadora na Universidad Complutense de Madrid, Espanha e Professora Colaboradora do Programa de Pós Graduação em Direito da UFAM. Na Eslovênia, recebeu em 2023 o Emerging Scholar Award on Sustainability. Em 2018, recebeu a Medalha Sergio Vieira de Mello, como Embaixador da Cultura, Paz e Justiça no Mundo, pelo CIHM, Brasília. E-mail: claudrib@ucm.es

² Estudante do Mestrado em Ciências da Comunicação na Universidade Católica Portuguesa (UCP). Graduado em Relações Internacionais pelo Instituto Superior de Ciências Sociais e Políticas (ISCSP) da Universidade de Lisboa. Durante o curso obteve bolsa ERAMUS+ e concluiu a Graduação no Institut Libre d'Étude des Relationships Internationales et des Sciences Politiques (ILERI) em 2022-2023, Paris, França. Foi distinguido com uma Moção de Louvor e Reconhecimento pela promoção da fraternidade Luso-Brasileira - Moção n. 6753/2018). Email: s-rrpgoncalves@ucp.pt

Recibido: 08/04/2024

Aceptado: 12/06/2024

DOI: 10.5281/zenodo.11583994

seja, o desenvolvimento em que se encontram as políticas públicas de hidrogênio verde e analisar os impactos regulatórios na estratégia de transição energética do Brasil e da Índia. O artigo é estruturado em três seções, permitindo uma comparação de suas similaridades e antagonismos. Conclui-se que, na qualidade de países em desenvolvimento e pertencentes ao mesmo Bloco Econômico – BRICS –, devem, cada qual, construir uma economia interna baseada no hidrogênio verde nos termos do contexto socioeconômico que possuem, mas intercambiar os seus resultados visando a finalidade de atingir as suas metas climáticas.

Palavras chaves: Hidrogênio Verde; Políticas públicas; Transição energética; Regulação Administrativa; BRICS.

Abstract: This paper highlights the obstacles faced in regulating green hydrogen in two prominent BRICS members: Brazil and India. The research adopts a deductive approach, employing multidisciplinary literary review and secondary data. Normative documents from the countries in question are used, as well as from the European Union, which is the forerunner in regulating this market segment. The objective is to point out state-of-the-art developments in public policies on green hydrogen and analyze the regulatory impacts on the energy transition strategy of Brazil and India. The article is structured into three sections, allowing a comparison of their similarities and antagonisms. It is concluded that developing countries belonging to the same economic block - BRICS - must each build an internal economy based on green hydrogen regarding their socioeconomic context and exchange their results to achieve their climate goals.

Keywords: Green Hydrogen; Public policy; Energy transition; Regulation; BRICS.

1. Introdução

O setor de energia assume uma posição crucial na transição energética, em resposta à demanda da COP 28. Brasil e Índia, sujeitos deste estudo, estão empenhados em modernizar seus sistemas energéticos, adotando digitalização e eletrificação para promover uma matriz energética mais limpa. No entanto, enfrentam novos desafios pós-covid-19, incluindo o desenvolvimento de programas nacionais de hidrogênio verde, em um contexto socioeconômico alterado, onde os consumidores e produtores buscam descentralizar os recursos energéticos e investir em energias renováveis de forma sustentável e acessível.

Nesse cenário, o hidrogênio verde emerge como um potencial substituto dos combustíveis fósseis. Assim, justifica-se esta pesquisa, que visa contribuir para o debate e reflexão sobre esse tema. A questão central da pesquisa indaga se os governos do Brasil e da Índia estão estabelecendo um ambiente regulatório eficaz para promover investimento aos programas de hidrogênio verde. O objetivo é o de apontar em que estado de desenvolvimento se encontram as políticas públicas do hidrogênio verde e analisar os impactos regulatórios do hidrogênio verde na estratégia de transição energética do Brasil e da Índia, avaliando, no âmbito energético dos BRICS, se estas são adequadas para promover a transição do combustível fóssil para a energia renovável.

A metodologia adotada é exploratória, com uma abordagem dedutiva para responder à questão de pesquisa, utilizando dados bibliográficos, históricos, documentais e comparativos, além de políticas públicas, programas e atos administrativos dos dois países. O enfoque é analisar a regulamentação deste segmento de mercado do hidrogênio verde dos dois países, em conformidade com o objetivo proposto.

As limitações deste estudo incluem o conhecimento limitado em engenharia dos autores, que se restringe aos aspectos relevantes da produção do hidrogênio visando analisar a regulação. Ressalta-se também que, o trabalho de pesquisa cinge-se ao

foco exclusivo nos obstáculos regulatórios dos dois países do BRICS - Brasil e Índia - sem mencionar o desenvolvimento do mercado de hidrogênio dos demais membros do grupo.

Ao final, pretende-se tecer considerações sobre o atual estágio de desenvolvimento da regulação e, se possível, oferecer algumas recomendações para a implementação das políticas públicas de hidrogênio verde, dentro do contexto da transição energética e no âmbito energético dos BRICS, para ambos os países.

2. Produção de Hidrogênio: Aspectos Técnicos

O hidrogênio representa uma matéria-prima diretamente utilizada como fonte de energia de baixo ou zero teor de carbono (dependendo do método de produção, seja ele verde ou azul), especialmente em setores onde a eletrificação é desafiadora. Além disso, pode funcionar como um meio de armazenamento de energia, facilitando a integração mais eficaz de fontes renováveis, como energia eólica e solar, entre outras. Dessa forma, o hidrogênio é reconhecido como um recurso com capacidade para integrar os mercados de combustíveis, eletricidade, e setores industriais, proporcionando uma maior eficiência no resultado de sua produção.³

O hidrogênio pode ser derivado de várias fontes, desde recursos naturais, como o hidrogênio geológico, até processos físico-químicos ou bioquímicos. O hidrogênio verde é aquele obtido a partir de fontes renováveis variáveis, principalmente solar, eólica, hidráulica, geotérmica e das marés, por meio da eletrólise da água. Embora a tecnologia de produção ainda não esteja totalmente desenvolvida, várias iniciativas foram lançadas para tornar a produção de hidrogênio verde viável. Essas iniciativas visam alcançar dois objetivos principais:

A) Impulsionar a economia no setor de produção de combustíveis; e

B) Acelerar a transição energética em áreas de mercado difíceis de descarbonizar, como transporte pesado, aviação, transporte marítimo, siderurgia, produção de fertilizantes, entre outros.

Além disso, o relatório do *Hydrogen Council*⁴ identifica a necessidade da redução de custos e o desenvolvimento da eficiência energética para a produção do hidrogênio proveniente de fontes renováveis.

³ "The European Union, particularly Germany, launched proactive strategies for developing markets for Green Hydrogen to accelerate the cost reductions of this technological route. Until 2021, the technology of "green hydrogen" presented great opportunities in the future in a scenario of accelerated reduction of investment costs in electrolysis and electricity generation with variable renewable sources (wind and solar, in particular). Economies' deep decarbonization commitments contribute to this scenario." (A União Europeia, particularmente a Alemanha, lançou estratégias proativas para o desenvolvimento de mercados para o Hidrogênio Verde, a fim de acelerar as reduções de custos desta rota tecnológica. Até 2021, a tecnologia do "hidrogênio verde" apresentava grandes oportunidades no futuro num cenário de redução acelerada dos custos de investimento em eletrólise e geração de eletricidade com fontes renováveis variáveis (eólica e solar, em particular). Os profundos compromissos de descarbonização das economias contribuem para este cenário - Tradução Livre). EUR-LEX (2020). *A hydrogen strategy for a climate-neutral Europe - COM (2020) 301 final*. Publication on Brussels, 8.7.2020. Disponível em <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020DC0301&from=EN>. Acessado em 18 jan 2024.

⁴ Para que fosse conhecida os investimentos realizados para a produção de hidrogênio verde, criou-se o "Hydrogen Council is the global voice of clean hydrogen action. According to an analysis of 1,040 projects published by the Hydrogen Council, the global hydrogen economy is robust and growing from the project pipeline to deployment, highlighting strong growth across the project funnel, with total investments increasing by 35% from May 2022 to January 2023. 9% of total assets have reached the final investment decision, up 30% since May 2022. The report tracks projects globally that represent \$320 billion in direct investment between now and 2030, up from \$240 billion. Approximately half of the new project focuses on large-scale industrial applications, with the next largest segment (20%) related to mobility." (O Hydrogen Council é a voz global da ação do hidrogênio limpo. De acordo com uma análise de

O hidrogênio verde é uma fonte versátil de energia que pode ser utilizada de diversas formas, seja como matéria-prima, combustível ou transportador e armazenador de energia. Suas aplicações são vastas e abrangem diversos setores de mercado, como indústria, transporte, energia e construção, e ainda há muito a ser descoberto e explorado nesse sentido. Esse segmento de mercado está experimentando um crescimento rápido em escala global, refletindo o interesse crescente na busca por soluções energéticas mais limpas e sustentáveis.

O aspecto mais significativo do hidrogênio verde é sua característica de baixa emissão de carbono. Ao contrário de combustíveis fósseis, sua produção e uso praticamente não emitem dióxido de carbono (CO₂) no ar. Isso significa que contribui minimamente para o aumento do aquecimento global e para a poluição atmosférica, tornando-se uma alternativa atrativa para reduzir os impactos ambientais negativos associados à produção e consumo de energia.

3. Aspectos Técnicos relevantes na produção de Hidrogênio

O hidrogênio representa uma matéria-prima diretamente utilizada como fonte de energia de baixo ou zero teor de carbono (dependendo do método de produção, seja ele verde ou azul), especialmente em setores onde a eletrificação é desafiadora. Além disso, pode funcionar como um meio de armazenamento de energia, facilitando a integração mais eficaz de fontes renováveis, como energia eólica e solar, entre outras. Dessa forma, o hidrogênio é reconhecido como um recurso com capacidade para integrar os mercados de combustíveis, eletricidade, e setores industriais, proporcionando uma maior eficiência no resultado de sua produção.⁵

O hidrogênio pode ser derivado de várias fontes, desde recursos naturais, como o hidrogênio geológico, até processos físico-químicos ou bioquímicos. O hidrogênio verde é aquele obtido a partir de fontes renováveis variáveis, principalmente solar, eólica, hidráulica, geotérmica e das marés, por meio da eletrólise da água. Embora a tecnologia de produção ainda não esteja totalmente desenvolvida, várias iniciativas foram lançadas para tornar a produção de hidrogênio verde viável. Essas iniciativas visam alcançar dois objetivos principais:

C) Impulsionar a economia no setor de produção de combustíveis; e

1.040 projetos publicada pelo Hydrogen Council, a economia global do hidrogênio é robusta e cresce desde o pipeline do projeto até à implementação, destacando o forte crescimento em todo o funil do projeto, com os investimentos totais aumentando 35% de maio de 2022 a janeiro de 2023. 9% do total de activos chegaram à decisão final de investimento, um aumento de 30% desde maio de 2022. O relatório acompanha os projectos que representam globalmente 320 mil milhões de dólares em investimento directo entre agora e 2030, acima dos 240 mil milhões de dólares. Aproximadamente metade do novo projeto concentra-se em aplicações industriais de grande escala, com o segundo maior segmento (20%) relacionado à mobilidade - Tradução Livre). HYDROGEN COUNCIL (2023). *Hydrogen Insights*. Published May 11, 2023. Disponível em <https://hydrogencouncil.com/wp-content/uploads/2023/05/Hydrogen-Insights-2023.pdf>. Acessado em 30 jan, 2024.

⁵ "The European Union, particularly Germany, launched proactive strategies for developing markets for Green Hydrogen to accelerate the cost reductions of this technological route. Until 2021, the technology of "green hydrogen" presented great opportunities in the future in a scenario of accelerated reduction of investment costs in electrolysis and electricity generation with variable renewable sources (wind and solar, in particular). Economies' deep decarbonization commitments contribute to this scenario." (A União Europeia, particularmente a Alemanha, lançou estratégias proactivas para o desenvolvimento de mercados para o Hidrogênio Verde, a fim de acelerar as reduções de custos desta rota tecnológica. Até 2021, a tecnologia do "hidrogênio verde" apresentava grandes oportunidades no futuro num cenário de redução acelerada dos custos de investimento em eletrólise e geração de eletricidade com fontes renováveis variáveis (eólica e solar, em particular). Os profundos compromissos de descarbonização das economias contribuem para este cenário - Tradução Livre). EUR-LEX (2020). *A hydrogen strategy for a climate-neutral Europe – COM (2020) 301 final*. Publication on Brussels, 8.7.2020. Disponível em <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020DC0301&from=EN>. Acessado em 18 jan 2024.

D) Acelerar a transição energética em áreas de mercado difíceis de descarbonizar, como transporte pesado, aviação, transporte marítimo, siderurgia, produção de fertilizantes, entre outros.

Além disso, o relatório do *Hydrogen Council*⁶ identifica a necessidade da redução de custos e o desenvolvimento da eficiência energética para a produção do hidrogénio proveniente de fontes renováveis.

O hidrogénio verde é uma fonte versátil de energia que pode ser utilizada de diversas formas, seja como matéria-prima, combustível ou transportador e armazenador de energia. Suas aplicações são vastas e abrangem diversos setores de mercado, como indústria, transporte, energia e construção, e ainda há muito a ser descoberto e explorado nesse sentido. Esse segmento de mercado está experimentando um crescimento rápido em escala global, refletindo o interesse crescente na busca por soluções energéticas mais limpas e sustentáveis.

O aspecto mais significativo do hidrogénio verde é sua característica de baixa emissão de carbono. Ao contrário de combustíveis fósseis, sua produção e uso praticamente não emitem dióxido de carbono (CO₂) no ar. Isso significa que contribui minimamente para o aumento do aquecimento global e para a poluição atmosférica, tornando-se uma alternativa atrativa para reduzir os impactos ambientais negativos associados à produção e consumo de energia.

4. BRICS: Brasil e Índia no âmbito energético

O BRICS é um bloco de países composto, basicamente, por Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul, com imenso potencial agrícola, tecnológico, cultural e turístico que ainda está pouco explorado.⁷ O bloco até a presente data não conseguiu estabelecer um caminho comum a curto, médio e longo prazo entre os seus membros para melhorar os seus números econômicos e seus índices de desenvolvimento.

⁶ Para que fosse conhecida os investimentos realizados para a produção de hidrogénio verde, criou-se o "Hydrogen Council is the global voice of clean hydrogen action. According to an analysis of 1,040 projects published by the Hydrogen Council, the global hydrogen economy is robust and growing from the project pipeline to deployment, highlighting strong growth across the project funnel, with total investments increasing by 35% from May 2022 to January 2023. 9% of total assets have reached the final investment decision, up 30% since May 2022. The report tracks projects globally that represent \$320 billion in direct investment between now and 2030, up from \$240 billion. Approximately half of the new project focuses on large-scale industrial applications, with the next largest segment (20%) related to mobility." (O Hydrogen Council é a voz global da ação do hidrogénio limpo. De acordo com uma análise de 1.040 projetos publicada pelo Hydrogen Council, a economia global do hidrogénio é robusta e cresce desde o pipeline do projeto até à implementação, destacando o forte crescimento em todo o funil do projeto, com os investimentos totais aumentando 35% de maio de 2022 a janeiro de 2023. 9% do total de activos chegaram à decisão final de investimento, um aumento de 30% desde maio de 2022. O relatório acompanha os projectos que representam globalmente 320 mil milhões de dólares em investimento directo entre agora e 2030, acima dos 240 mil milhões de dólares. Aproximadamente metade do novo projeto concentra-se em aplicações industriais de grande escala, com o segundo maior segmento (20%) relacionado à mobilidade - Tradução Livre). HYDROGEN COUNCIL (2023). *Hydrogen Insights*. Published May 11, 2023. Disponível em <https://hydrogencouncil.com/wp-content/uploads/2023/05/Hydrogen-Insights-2023.pdf>. Acessado em 30 jan, 2024.

⁷ O BRICS, no seu início, era um grupo de mercados emergentes com grande potencial para receber investimentos sem qualquer objectivo comum, até que a crise financeira global de 2007 lhes deu a oportunidade de se sentarem juntos e tomarem posições em torno do sistema financeiro global, como a criação do Banco de Desenvolvimento do BRICS. (...) Com a ausência da institucionalização do bloco, a aproximação comercial entre os países integrantes se dá principalmente através da formalização de acordos bilaterais, facilitados pelas frequentes reuniões e contatos entre as burocracias. NUNES, Cláudia Ribeiro Pereira (2014). *Fundo de investimento com capital estrangeiro ou com investidor não residente no Brasil do século XXI: natureza, características e funcionalidade*. Rio de Janeiro: Mídia Jurídica.

Em agosto de 2023, o BRICS convidou seis outros países para se juntarem ao agrupamento dos BRICS no próximo ano, a fim de criar um contrapeso geopolítico ao G7 e potencialmente um quadro para reduzir a dependência dos sistemas financeiros ocidentais.⁸ A expansão do BRICS pode ter importantes implicações para investimentos e comércio de energia, uma vez que reúne grandes detentores de recursos minerais e grandes produtores de petróleo, bem como alguns dos consumidores de energia de crescimento mais rápido.⁹

No âmbito energético, Brasil e Índia possuem uma relação significativa dentro do BRICS. Embora os detalhes específicos da cooperação energética entre Brasil e Índia possam variar ao longo do tempo, há alguns aspectos que podem ser destacados¹⁰:

A) *Cooperação em Energias Renováveis*: Tanto o Brasil quanto a Índia têm um grande potencial para o desenvolvimento de energias renováveis, como solar, eólica, biomassa e hidrelétrica. Ambos os países têm buscado promover a cooperação bilateral e multilateral para compartilhar experiências, tecnologias e melhores práticas no campo das energias renováveis.

B) *Participação em Fóruns Internacionais*: Brasil e Índia frequentemente se unem em fóruns e organizações internacionais para promover políticas e iniciativas relacionadas à energia, especialmente aquelas relacionadas à sustentabilidade e ao desenvolvimento energético. Isso inclui participação em conferências da ONU sobre mudança climática e outros fóruns globais relacionados à energia.

C) *Comércio de Energia*: Embora o comércio direto de energia entre Brasil e Índia possa não ser tão significativo, ambos os países participam ativamente do comércio internacional de produtos energéticos, como biocombustíveis, etanol, gás natural liquefeito (GNL) e tecnologias relacionadas à energia.

D) *Investimentos em Infraestrutura*: Brasil e Índia estão constantemente buscando investir em infraestrutura energética para atender às crescentes demandas de energia de suas economias em rápido crescimento. Isso inclui investimentos em redes de transmissão, geração de energia renovável, eficiência energética e tecnologias limpas.

No geral, a relação entre Brasil e Índia no âmbito de energia no BRICS é caracterizada por uma busca comum por soluções energéticas sustentáveis, cooperação em fóruns internacionais e potencial para parcerias comerciais e

⁸ BRICS was first formed with four countries in 2009, and one year later, South Africa joined the multilateral forum at the invitation of China. At the start of this week, Chinese President Xi Jinping advocated expanding the grouping to become a geopolitical rival to the G7. Twenty-three countries submitted applications to join the bloc. BRICS leaders selected six: Argentina, Egypt, Ethiopia, Iran, Saudi Arabia, and the United Arab Emirates (UAE). This is a significant change for a bloc that added its only members 13 years ago. The BRICS grouping started as an acronym for countries with widely varying economic output and trade and investment partners, and the expanded group would be even more heterogeneous. (O BRICS foi formado pela primeira vez com quatro países em 2009, e um ano depois, a África do Sul ingressou no fórum multilateral por convite da China. No início desta semana, o presidente chinês Xi Jinping defendeu a expansão do grupo para se tornar um rival geopolítico do G7. Vinte e três países apresentaram candidaturas para se juntar ao bloco. Os líderes do BRICS selecionaram seis: Argentina, Egito, Etiópia, Irã, Arábia Saudita e Emirados Árabes Unidos (EAU). Esta é uma mudança significativa para um bloco que adicionou seus únicos membros há 13 anos. O agrupamento do BRICS começou como um acrônimo para países com produção econômica e parceiros comerciais e de investimento amplamente variados, e o grupo expandido seria ainda mais heterogêneo – Tradução livre). BASKARAN, G. (2023). "Six New BRICS: Implications for Energy Trade." *The Center for Strategic and International Studies (CSIS)*. Disponível em <https://www.csis.org/analysis/six-new-brics-implications-energy-trade>. Acessado em 25 mar 2024.

⁹ Baskaran, "Six New BRICS (...)", *Op. cit.* 2024.

¹⁰ Ao analisar os parâmetros econômicos, ambientais e institucionais dos BRICS, ainda na formação antiga, contando com 5 países, os autores limitam-se a investigar o âmbito energético e as energias renováveis no Brasil, Rússia, China e África do Sul (BRICS) entre 1988 e 2017. MEHMOOD, U. et al. 2022. "Socio-Economic Drivers of Renewable Energy: Empirical Evidence from BRICS" *International Journal of Environmental Research and Public Health* 19, no. 8: 4614. <https://doi.org/10.3390/ijerph19084614>

investimentos em energia. A produção de hidrogênio em ambos os países neste momento pode tornar-se um elemento de união dos dois países, se houver interesse em intercambiar os avanços tecnológicos e desenvolver um mercado sul-sul, estreitando, ainda mais as relações internacionais de ambos os países, particularmente por serem os dois países membros do BRICS.

Na Índia, os desafios regionais têm uma importância muito maior do que as questões internacionais, o que dificulta sua visão sobre o BRICS como algo relevante. A maior preocupação do país está relacionada ao equilíbrio de poder com a China dentro do bloco, uma relação que atualmente é delicada. Isso se deve à crescente rivalidade entre os dois países pela liderança regional, especialmente no contexto do Oceano Índico.¹¹

E que o Brasil, por sua vez, apresenta um quadro de desindustrialização em todas as suas regiões e também tem dificuldades para um crescimento equilibrado. Há diferenças abissais entre as regiões, dada as geolocalizações e seus nove biomas e estágios de desenvolvimento.¹²

Outra nota, há um contrasenso nos dois países, porque buscando o crescimento econômico diminuem o consumo de energias renováveis que são mais caras. Constata-se uma preferência por combustíveis fósseis para garantir o crescimento econômico de ambos.¹³

Afinal, apesar de um expressivo aumento do volume de negócio entre Brasil e Índia nos últimos anos, as relações tecnológicas com a Índia permanecem com um mesmo nível. No tocante ao intercâmbio ou parceria em projetos tecnológicos – como o de hidrogênio verde –, a Índia apresenta-se mais como um concorrente do que um parceiro. Ademais, a Índia não é um país cujas regiões sejam industrializadas

¹¹ Essa rivalidade pode impactar a coesão e a eficácia do bloco, colocando a Índia em uma posição delicada em relação ao seu envolvimento no BRICS. Assim, enquanto o país reconhece a importância do grupo, seus focos e prioridades muitas vezes estão voltados para questões regionais mais imediatas. PELFINE, Alejandro; FULQUET, Gastón (Coord.) (2015). *Los BRICS en la construcción de la multipolaridad ¿Reforma o adaptación? Serie SUR-SUR*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: CLACSO; Nueva Delhi: Ideas; Ciudad del Cabo: Codesria; Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Flacso. Disponível em: <http://biblioteca.clacso.edu.ar/clacso/sur-sur/20151110035930/Interior.pdf>. Acessado em 22 mar 2024. Para outras informações vide: ARMESILLA CONDE, Santiago (2016). "ATCI vs. BRICS: consecuencias sobre la geopolítica y las relaciones internacionales del siglo XXI". *Política y Sociedad*, Vol. 53, Núm. 2: 621-637. DOI: http://dx.doi.org/10.5209/rev_POSO.2016.v53.n2.46758. Este estudo oferece uma análise detalhada das consequências dessas rivalidades para a estabilidade regional e para a evolução do sistema internacional no século XXI, fornecendo insights sobre o tema.

¹² No contexto brasileiro, um dos principais obstáculos enfrentados no âmbito energético é a infraestrutura deficiente, que abrange desde a precariedade das estradas em transporte público até a falta de investimento para a distribuição da energia. Além disso, a burocracia excessiva é um entrave significativo, tornando os processos de licenciamento e abertura de empresas energéticas ou que façam parte do mercado demorados e complexos. Outra questão relevante é a complexidade do sistema tributário brasileiro, que envolve uma carga tributária elevada e uma legislação fiscal intrincada, exigindo que o investidor contrate um especialista para poder pagar os tributos. Por fim, a qualidade geral da educação no país é um desafio, afetando a formação da mão de obra e a capacidade das empresas de energia poderem inovar e se manterem competitivas. Esses obstáculos criam um ambiente desafiador para as empresas brasileiras e desencorajam o investimento estrangeiro no país. NUNES, C. R. P. (2014). *Fundo de investimento com capital estrangeiro ou com investidor não residente no Brasil do século XXI: natureza, características e funcionalidade*. Rio de Janeiro: Mídia Jurídica.

¹³ Os governos devem implementar políticas ambientalmente amigáveis e aumentar o consumo de energia renovável para reduzir a poluição ambiental. (...) Constata-se que a qualidade do ambiente regulatório afeta a adoção ou não de energia renovável. UN - UNITED NATIONS (2021). *Global Champions Announced for UN High-level Dialogue on Energy*. Published on September 12, 2021. Disponível em <https://www.un.org/en/desa/global-champions-announced-un-high-level-dialogue-energy>. Acessado em 1º jan 2024.

com um equilíbrio e ainda dependem da intervenção federal, quase sempre inexistente, por haver uma demanda social que impede o seu desenvolvimento.¹⁴

Dentro de contextos complexos, faz-se mister entender cada uma das políticas de hidrogênio destes dois países, que embora ambos compreendam a importância da distribuição justa de renda e da qualidade ambiental para o desenvolvimento sustentável, ainda estão buscando enfatizar políticas institucionais sólidas para aumentar o consumo das energias renováveis visando alcançar um ambiente sano.

5. Impactos Regulatórios do Hidrogênio Verde na Estratégia de Transição Energética do Brasil

O Brasil possui uma das matrizes energéticas mais limpas do mundo. Em 2020, 48% da matriz energética brasileira era renovável (hídrica, biomassa, eólica e solar) e deverá se manter nesse patamar até 2030.¹⁵

O primeiro desenvolvimento brasileiro do hidrogênio como movimento energético ocorreu quando o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) lançou o Programa Brasileiro de Hidrogênio e Sistemas de Células a Combustível em 2002.¹⁶

Em 2005, o Ministério de Minas e Energia (MME) e o MCTI, peritos brasileiros e estrangeiros, empresas domésticas e internacionais, centros de investigação e institutos, agências reguladoras e institutos climáticos colaboraram no Planejamento para o Marco Brasileiro da Economia do Hidrogênio,¹⁷ que estipulou pressupostos importantes para orientação e um cronograma de 20 anos para o cumprimento das metas relacionadas a cada tópico proposto, além da previsão de lançamento de um Programa Governamental de Produção e Uso de Hidrogênio no Brasil após 2007. Mais tarde, um Programa Governamental para a Produção e Uso de Hidrogênio no Brasil estava agendado para ser introduzido após 2010.¹⁸

No entanto, com a descoberta do Pré-sal em 2006, houve uma alteração de prioridades na agenda da política energética. O Brasil não implementou o Programa Hidrogênio, embora outros programas, incluindo iniciativas tecnológicas de universidades e/ou institutos de pesquisa, continuassem em desenvolvimento. Isso impediu qualquer ação regulatória, mas algumas oficinas de pesquisa e atividades acadêmicas ocorreram até 2017, quando o Ministério de Minas e Energia (MME), entre outros órgãos do governo federal, estabeleceu a Associação Brasileira de

¹⁴ Mais ainda a insegurança jurídica, que como ocorre no Brasil, os investidores são frequentes surpreendidos com as mudanças na legislação e falta de clareza nas regras, o que dificulta o planejamento de longo prazo para os negócios. Nunes, *Fundo de investimento (...)* Op. Cit., 2014.

¹⁵ Estes dados foram fornecidos pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), que é uma empresa pública, vinculada ao Ministério de Minas e Energia, instituída pela Lei nº 10.847, de 15 de março de 2004. EPE - Energy Research Company (2021). *Technical Note - Bases for the Consolidation of the Brazilian Hydrogen Strategy (EPE-DEA-NT-003/2021)* Published on February 23, 2021. Disponível em [https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-datos-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-569/Hidroge%CC%82nio_23Feb2021NT%20\(2\).pdf](https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-datos-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-569/Hidroge%CC%82nio_23Feb2021NT%20(2).pdf). Acessado em 2 jan 2024.

¹⁶ Neste momento o programa ainda era embrionário e necessitava um maior desenvolvimento para ser apresentado aos investidores. EPE, *Technical Note (...)*, Op. cit. 2021.

¹⁷ Essa colaboração envolveu a definição de estratégias, metas e diretrizes para o desenvolvimento da economia do hidrogênio no país, visando aproveitar seu potencial como fonte de energia limpa e sustentável. EPE, *Technical Note (...)*, Op. cit. 2021.

¹⁸ Neste momento, os investidores estrangeiros foram chamados pelo governo brasileiro para conhecer o Programa do Brasil. A EPE, que tem por objeto a prestação de serviços na área de estudos e pesquisas, visando a subsidiar o planejamento do setor energético, como eletricidade, petróleo e gás natural e seus derivados, carvão mineral, fontes renováveis de energia e eficiência energética, entre outros, apresentou um estudo completo aos investidores. EPE, *Technical Note (...)*, Op. cit. 2021.

Hidrogênio (ABH2)¹⁹ como uma medida para melhor organizar as ações e os recursos (tanto públicos quanto privados) para o segmento de mercado de hidrogênio.

Em 2020, o Plano Nacional de Energia 2050 (PNE 2050)²⁰ reconheceu o Hidrogênio como uma tecnologia disruptiva e como elemento de interesse no contexto da descarbonização da matriz energética, destacando várias aplicações e usos, além de propor recomendações para a política energética, incluindo a elaboração de um sólido quadro jurídico-regulatório que promova a adoção de tecnologias em toda a cadeia do Hidrogênio (produção, transporte, armazenamento e consumo), bem como a necessidade de colaboração e coordenação com instituições internacionais.

No ano seguinte, em 10 de fevereiro de 2021, o Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) estabeleceu as diretrizes de pesquisa, desenvolvimento e inovação no setor elétrico do país por meio da Resolução nº 2.²¹ Orienta a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e a Agência Nacional do Petróleo (ANP) que, no âmbito de suas competências, priorizem a alocação de recursos regulados do PDI, entre outros temas relacionados ao setor de energia elétrica para Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação em Hidrogênio. Em julho, o MME publicou o documento no âmbito da Proposta e Diretrizes do Programa Nacional de Hidrogênio (PNH2).²²

Antes da publicação do documento, o MME desenvolveu, no âmbito da Parceria Energética Brasil-Alemanha, o estudo "Mapeando o Setor Brasileiro de Hidrogênio: Panorama Atual e Potenciais para o Hidrogênio Verde",²³ que ofereceu um panorama

¹⁹ Com a perspectiva de ter uma Associação de apoiasse o Programa de Hidrogênio brasileiro, foi fundada em 5 de abril de 2017, a ABH2 para promover a cadeia de produção, armazenamento, distribuição e utilização de hidrogênio para fins energéticos no território brasileiro. A associação reúne ativamente os principais atores brasileiros envolvidos na tecnologia do Hidrogênio Verde e células a combustível, incluindo empresas, pessoas jurídicas e a comunidade científica interessada na comercialização, pesquisa, inovação e desenvolvimento profissional na indústria do hidrogênio. ABH2 (2017). *Ações para usos energéticos e industriais do hidrogênio no Brasil*. Disponível em <https://abh2.org/>. Acessado em 4 jan 2024.

²⁰ Para garantir a continuidade do programa de hidrogênio foi estabelecido o Plano Nacional de Energia de 2050, que é o conjunto de estudos que apoia o desenho da estratégia de longo prazo do planejador quanto à expansão do setor energético. MME (2020). *National Energy Plan 2050 (PNE 2050)*, Brasília: Governo Federal.

²¹ Conforme estabelece a Resolução 2, de 10 de fevereiro de 2021, no ponto de vista do sector eléctrico, o hidrogénio verde representa mais um elo na cadeia de tendências que impulsiona o crescimento da procura de electricidade, a par da digitalização, electrificação dos usos finais e aumento da eficiência energética. Como vetor energético, o Hidrogénio Verde pode ligar diversas indústrias e setores económicos ao sector eléctrico que atualmente utiliza recursos não renováveis como fontes de energia e matérias-primas. Além disso, a capacidade de acumular hidrogénio em quantidades relevantes e a sua fácil reconversão em electricidade poderá resultar em novas opções de armazenamento de energia para o funcionamento do sector eléctrico.

²² Este documento apresentou o trabalho desenvolvido junto aos Ministérios da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) e do Desenvolvimento Regional (MDR), com apoio técnico da Empresa de Pesquisa Energética (EPE). MME (2021). *Programa Nacional de Hidrogênio – PNH2 – Proposta e Diretrizes*. Publicado em julho de 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/HidrogenioRelatoriodiretrizes.pdf>. Acessado em 7 jan 2023.

²³ "The research presents findings from an extensive survey involving over 100 stakeholders, who shared their insights and outlook regarding the potential hydrogen market within the country. Facilitated by the Brazil-Germany Energy Partnership (Energiepartnerschaft), a collaborative initiative between the German Ministry of Economy and Energy (BMWi) via Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, and the Brazilian Ministry of Mines and Energy (MME)." (O estudo traz os resultados de uma ampla pesquisa de opinião com mais de 100 atores, identificando suas impressões e expectativas sobre um mercado de hidrogênio no país. A Parceria Energética Brasil-Alemanha (Energiepartnerschaft) é um projeto de cooperação entre o Ministério Alemão da Economia e Energia (BMWi), por meio da Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, e o Ministério

do setor e dos principais líderes acadêmicos e institucionais. atores ativos no campo. Há também um destaque de como o Brasil está em torno do Hidrogênio, bem como um panorama dos diferentes caminhos de conversão, armazenamento e reconversão de energia elétrica que utilizam o Hidrogênio como vetor para a produção de combustíveis gasosos, líquidos ou sólidos. tecnologias de aplicação e seu estado de maturidade no Brasil em comparação com países líderes nessas tecnologias.

Em 24 de setembro de 2021, o Brasil co-liderou o Diálogo de Alto Nível sobre Energia das Nações Unidas, tendo apresentado um pacto energético sobre Hidrogênio. Os pactos energéticos são compromissos voluntários para acelerar o cumprimento das metas do Objectivo de Desenvolvimento Sustentável 7 (ODS 7), que tratam do acesso universal à energia limpa. O Pacto Energético do Hidrogênio busca incentivar o desenvolvimento da indústria e do mercado de hidrogênio no país, consolidando uma base de conhecimento sobre esse vetor energético no Brasil, baseada em três pilares²⁴:

A) *Políticas de pesquisa, desenvolvimento e inovação* - Este pilar visa estabelecer políticas governamentais que incentivem a pesquisa, o desenvolvimento e a inovação no campo do hidrogênio. Isso pode incluir investimentos em programas de pesquisa, parcerias público-privadas, incentivos fiscais e subsídios para empresas e instituições de pesquisa que trabalham com tecnologias relacionadas ao hidrogênio. O objetivo é promover avanços científicos e tecnológicos que impulsionem a indústria do hidrogênio no Brasil, estimulando a criação de novas soluções e o aprimoramento das existentes.

B) *Qualificação e treinamento* - Este pilar visa capacitar profissionais e trabalhadores para atuarem no setor do hidrogênio. Isso pode envolver programas de capacitação técnica, cursos de formação profissional, parcerias com instituições de ensino e treinamento prático em empresas do setor. O objetivo é garantir que o país tenha uma mão de obra qualificada e preparada para atender às demandas da crescente indústria de hidrogênio, contribuindo para o desenvolvimento econômico e social.

C) *Criação de uma plataforma de consolidação e divulgação de informações sobre o Hidrogênio no país* - Este pilar visa estabelecer uma plataforma nacional que centralize e divulgue informações relevantes sobre o hidrogênio. Isso pode incluir dados sobre projetos em andamento, pesquisas em curso, políticas governamentais, oportunidades de financiamento, eventos e notícias relacionadas ao setor. O objetivo é criar um ambiente propício para a troca de conhecimento e experiências, facilitando o acesso à informação e promovendo a colaboração entre os diversos atores envolvidos na cadeia de valor do hidrogênio no Brasil.

Em 15 de julho de 2022, o MCTI publicou a Portaria nº 6.100, que institui a Iniciativa Brasileira de Hidrogênio (IBH2) no âmbito do MCTI, e a Portaria nº 6.101, que dispõe no âmbito do MCTI, o Sistema Brasileiro de Laboratórios de Hidrogênio (SisH2-MCTI). Além disso, em 4 de outubro de 2022, o Brasil publicou a Resolução Normativa nº 1.045 para abrir Consulta Pública para arrecadar subsídios para o aprimoramento da minuta da Chamada nº 23/2023 do Projeto Estratégico PDI intitulado "Hidrogênio Renovável no contexto da Economia Brasileira".²⁵ Para adesão

de Minas e Energia (MME) do Brasil - Tradução livre) DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT GMBH (2021). *German-Brazilian Energy Partnership*. Available at https://www.giz.de/en/downloads/Parcerias%20Energ%C3%A9ticas_BMWK_01_2022_EN.pdf. Accessed on 2 jan 2024.

²⁴ Neste artigo citam-se apenas três das principais características do Pacto Energético do Hidrogênio brasileiro pois interessam às considerações finais apresentadas. Para informações completas, vide UN - UNITED NATIONS (2021). *Global Champions Announced for UN High-level Dialogue on Energy*. Published on September 12, 2021. Disponível em <https://www.un.org/en/desa/global-champions-announced-un-high-level-dialogue-energy>. Acessado em 1º jan 2024.

²⁵ Para saber mais sobre a proposta estratégica do Brasil, vide CGEE (2023). *Critical and sensitive technologies in priority sectors. Energy hydrogen in Brazil. Subsidies for*

de empresas de energia elétrica ao Programa de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação, o Congresso Nacional brasileiro propôs uma Portaria 725/2022²⁶ que visa a regulamentar a inserção do Hidrogênio como fonte de energia no Brasil. Estabelece parâmetros de incentivo à utilização do Hidrogênio Sustentável com base na mudança para fontes de geração de energia menos poluentes e no progresso na descarbonização.²⁷

Em abril de 2023, a ANEEL propõe a abertura de Consulta Pública para arrecadar subsídios para o aprimoramento da minuta da Chamada nº 23/2023 do Projeto Estratégico de PDI intitulado "Hidrogênio Verde no Contexto do Setor Elétrico Brasileiro" para adesão de energia elétrica por empresas de energia vinculadas ao Programa de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação – PDI regulamentado pela ANEEL, mediante Resolução Normativa nº 1.045, de 4 de outubro de 2022, por meio da Nota Técnica nº 0047/2023 – SPE/ANEEL.²⁸

A Câmara dos Deputados instalou, em 31 de maio de 2023, a Comissão Especial de Transição Energética e Produção de Hidrogênio Verde no Brasil. A Comissão Especial acompanhará a implementação das medidas que estão sendo adotadas para a transição energética verde no Brasil, promoverá pesquisas e debates sobre o tema, levantará iniciativas legislativas em andamento no Congresso, avaliará, conduzirá as discussões e as ações do Executivo, além de dialogar com as diversas entidades representativas do setor. O plano de trabalho prevê 12 audiências públicas e visitas externas nas cinco regiões brasileiras para avaliar as políticas públicas que tratam do tema.

competitiveness policies: 2010-2025. Disponível em https://www.cgee.org.br/documents/10195/734063/Hidrogenio_energetico_completo_2210_2010_9561.pdf/367532ec-43ca-4b4f-8162-acf8e5ad25dc?version=1.5. Acessado em 5 de jan 2024.

²⁶ A Portaria 725/2022 utiliza a denominação Hidrogênio Sustentável, considerando os riscos concretos de apropriação intelectual ou disputas terminológicas. SENADO FEDERAL (2022). *Brazilian Sustainable Hydrogen Project of Law n. 725/2022*. Disponível em <https://legis.senado.leg.br/sdleg-getter/documento?dm=9096609&ts=1648597804854&disposition=inline>. Acessado em 7 jan 2024.

²⁷ Foram buscadas na área de comunicação do Senado Federal brasileiro várias notícias que tratassem do tema analisado. Três notícias sobressaíram-se: A) sobre a importância do hidrogênio verde para descarbonizar a economia brasileira; B) a que trata do potencial brasileiro sobre hidrogênio verde; e C) a que comentava a audiência pública para a instalação do Projeto Piloto de Hidrogênio Verde no Porto de Pacém, Ceará. Para mais notícias referentes às outras 11 audiências públicas, vide AGÊNCIA DE COMUNICAÇÃO DO SENADO FEDERAL (2023). *Brazilian Green Hydrogen*. Program Press. Disponível em <https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2023/04/26/debate-aponta-importancia-do-hidrogenio-verde-para-descarbonizar-economia>; <https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2023/05/17/brasil-tem-grande-potencial-de-producao-de-hidrogenio-verde-dizem-especialistas>; <https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2023/06/23/comissao-do-hidrogenio-verde-faz-audiencia-no-ceara>; and <https://www12.senado.leg.br/noticias/videos/2023/06/marco-legal-sobre-hidrogenio-verde-ja-esta-em-elaboracao>. Acessados em 15 mar 2024.

²⁸ A Nota Técnica é um documento emitido pelas Unidades Organizacionais e tem como objetivo subsidiar as decisões da Agência ANEEL. ANEEL (2023). *Nota Técnica nº 0047/2023–SPE/ANEEL (Arquivo: 48500.008476/2022-06)*. Publicado em 14 de abril de 2023. Disponível em https://antigo.aneel.gov.br/web/guest/consultas-publicas?p_p_id=participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet&p_p_lifecycle=2&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_cacheability=cacheLevelPage&p_p_col_id=column-2&p_p_col_pos=1&p_p_col_count=2&participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet_ideDocumento=50300&participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet_tipoFaseReuniao=fase&participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet_jspPage=%2Fhtml%2Fpp%2Fvisualizar.jsp. Acessado em 7 jan 2024.

Em junho de 2023, o governo brasileiro publica um Livro Branco²⁹, destacando as implicações dos conceitos na seleção de indicadores e sua eficácia na orientação de políticas e medidas de eficiência e acordos internacionais, contribuindo para as discussões sobre eficiência energética, mudanças climáticas e transição energética, incluindo um capítulo sobre Hidrogênio Verde.

O plano da Comissão Especial prevê 12 audiências públicas e visitas externas nas cinco regiões brasileiras para avaliar as políticas públicas que tratam do tema.³⁰ A primeira audiência pública foi realizada no Porto do Pecém,³¹ no litoral oeste do Ceará, para conhecer a iniciativa de produzir energia de forma não poluente. O colegiado ouviu representantes do governo do estado cearense, do setor produtivo, do terceiro setor e da academia. Essas as políticas públicas e regulamentações relacionadas ao desenvolvimento econômico do segmento de hidrogênio verde devem seguir os ditames da sustentabilidade no Brasil.³²

Olhando para os acontecimentos acima, pode-se constatar o avanço na regulamentação do hidrogênio sustentável porque seguiram o plano assemelhado ao que se estão realizando na Europa. Primeiro, discutiu-se a descarbonização dentro do contexto da transição energética. Depois, criou-se o Programa Brasileiro de Hidrogênio Sustentável. Em seguida, realizaram-se audiências públicas, como a do Ceará, no Porto do Pacém, e estururaram a planta industrial piloto para a produção do hidrogênio verde.

Para finalizar, faz-se mister apontar que, no dia 14 de junho de 2023, antes mesmo da visita ao Ceará, a Comissão responsável pelo desenvolvimento do Programa já trabalhava no Marco Legal do Hidrogênio Sustentável, que até a presente data não obteve deliberação. O maior desafio brasileiro é o de construir um

²⁹ O Livro Branco consolida ideias, análises e recomendações sobre indicadores de eficiência energética discutidos após webinar internacional sobre Eficiência Energética promovido pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE) em outubro de 2022, com a colaboração do MME. EPE (2023). *Livro Branco Conceitos e Indicadores de Eficiência Energética*. Publicado em junho de 2023. Disponível em <https://shre.ink/EPEwhitepaperpdf>. Acessado em 7 jan 2024.

³⁰ A Comissão Especial sobre Hidrogênio Verde esteve no Porto de Pecém, litoral oeste do Ceará, para conhecer a iniciativa de se produzir energia de forma não poluente. O colegiado ouviu representantes do governo estadual, do setor produtivo, do terceiro setor e da academia. TV DO SENADO FEDERAL (2023). *Comissão do hidrogênio verde faz audiência em Pecem, Ceará*. Disponível em <https://www12.senado.leg.br/tv/programas/noticias-1/2023/06/comissao-do-hidrogenio-verde-faz-audiencia-em-pecem-no-ceara>. Acessado em 7 jan 2024.

³¹ O Governo do Estado do Ceará, em conjunto com o Complexo do Pecém, a Federação das Indústrias do Estado do Ceará (Fiec) e a Universidade Federal do Ceará (UFC), lançaram, em fevereiro de 2021, o Polo Cearense de Hidrogênio Verde. O Polo de Hidrogênio Verde do Ceará tem como objetivo transformar o território cearense em um importante fornecedor mundial desse tipo de combustível, gerando empregos e renda e contribuindo diretamente para a descarbonização do planeta, uma das metas traçadas por diversos países para 2050. O Estado do O Ceará possui excelente potencial para produção de energia renovável, e sua localização geográfica é estratégica, bem como sua capacidade logística e de consumo de Hidrogênio Verde do Complexo do Pecém. A exportação de Hidrogênio Verde pelo Porto do Pecém será a mais curta entre a América do Sul e a Europa e, conseqüentemente, a de menor custo. As empresas que já assinaram memorando de entendimento com o Governo do Estado: Eneqix Energy, White Martins, Qair, Fortescue, Eneva, Diferencial, Hytron, H2helium, Neoenergia, Engie, Transhydrogen, Alliance, Linde, Total Eren, AES Brazil, Cactus Energia Verde, Casa dos Ventos e H2 Green Power. Governo do Ceará (2022). Disponível em <https://www.ceara.gov.br/2022/04/29/hub-de-hidrogenio-verde-governo-do-ceara-assina-memorandos-de-entendimento-com-empresas-a-serem-instaladas-no-complexo-do-pecem/>. Acessado em 8 jan 2024.

³² As autoras destacam a importância de encontrar um equilíbrio entre o desenvolvimento econômico e a sustentabilidade para garantir um crescimento sustentável e equitativo. PEREIRA NUNES, C. R., PINTO SILVA, C. B. (2018). "Discussão entre desenvolvimento econômico e a sustentabilidade no Brasil: projeto fábrica da JAC Motors." *Revista Interdisciplinar Do Direito - Faculdade De Direito De Valença*, 16(1), 91-103. Disponível em <https://revistas.faa.edu.br/FDV/article/view/484>. Acessado em 20 mar 2024.

ambiente regulatório adequado aos investimentos nacionais e estrangeiros, que dê segurança ao investidor. Há boas ideias e iniciativas, mas a regulação organizada por partes e sem um planejamento real e não apenas pontual, como o do complexo do Pacém, por interesses políticos, gera insegurança jurídica.

6. Impactos Regulatórios do Hidrogênio Verde na Missão da Transição Energética da Índia

A energia na Índia está entre os principais mercados da sua economia e representa cerca de 6 a 7% do PIB. O mercado energético indiano é um dos cinco principais do mundo, dada a sua imensa população e o número de megacidades que o país possui, além de ser um dos que mais cresce a nível mundial por força das necessidades da sociedade indiana. A Índia gasta mais de 160 mil milhões de dólares em divisas estrangeiras em importações de energia. Aponta-se que a Índia duplicará as importações de energia nos próximos 15 anos, a menos que sejam tomadas medidas correctivas.³³

Devido a todo o movimento correctivo que tem como base a transição energética, o segmento do mercado energético indiano está passando por uma mudança significativa que redefiniu as perspectivas desta indústria. Pode-se citar que o país está fazendo as revisões de suas políticas públicas, criando iniciativas governamentais, no lado público. Já na iniciativa privada, têm-se fusões e aquisições substanciais no setor energético e uma série de investimentos significativos, tanto nacionais quanto estrangeiros, sempre tendo por foco as energias renováveis. Em 2023, o sector energético da Índia tornou-se muito dinâmico e o hidrogénio verde é fundamental para tornar o país autossuficiente e independente em termos energéticos.

Em junho de 2022, para ajudar no escopo da estratégia indiana de hidrogénio verde, o NITI Aayog³⁴ organizou um Grupo de Trabalho e estudou o segmento de mercado de Hidrogénio e publicou um relatório. O relatório destacou a oportunidade única de a Índia se tornar um líder global no ecossistema energético mundial do hidrogénio.³⁵ Salientou que, com o apoio político adequado, a acção da indústria, a criação e aceitação de mercados e o aumento do interesse dos investidores, a Índia pode posicionar-se como um centro de produção de baixo custo e com zero emissões de carbono, ao mesmo tempo que cumpre o seu desenvolvimento económico, a criação de emprego e a melhoria do desempenho público, objetivos de saúde. O relatório também explicou que os lados da procura e da oferta precisavam de um

³³ Todos os dados citados nesse parágrafo foram extraídos do World Bank a extração dos números deu-se através do relatório económico de 2022. Para outras informações vide WORLD BANK (2022). *India Power Sector Database*. Disponível em <https://databank.worldbank.org/source/india-power-sector-review-database>. Acessado em 9 fev 2024.

³⁴ Para acessar o relatório completo, vide NITI AAYOG - THE NATIONAL INSTITUTION FOR TRANSFORMING INDIA (2022). *Harnessing Green Hydrogen Opportunities for Deep Decarbonisation in India*. *Indian strategies documents and reports database*. Published on June 29, 2022. Disponível em https://www.niti.gov.in/sites/default/files/2022-06/Harnessing_Green_Hydrogen_V21_DIGITAL_29062022.pdf. Acessado em 3 jan 2024.

³⁵ "Green Hydrogen is considered a promising alternative for enabling the transition. Increasing renewable energy use across all economic spheres is central to India's Energy Transition." (O hidrogénio verde é considerado uma alternativa promissora para viabilizar a transição energética. O aumento da utilização de energias renováveis em todas as esferas económicas é fundamental para a Transição Energética da Índia - Tradução Livre). GOVERNMENT OF INDIA - MINISTRY OF NEW & RENEWABLE ENERGY (2023). *Summary of National Green Hydrogen Mission*. *Decarbonising India, Achieving Net-Zero Vision (RU-44-01-0067-210322/EXPLAINER)*. Published on March 6, 2023. Disponível em <https://www.india.gov.in/spotlight/national-green-hydrogen-mission#:~:text=The%20National%20Green%20Hydrogen%20Mission,Green%20Hydrogen%20and%20its%20derivatives>. Acessado em 6 jan 2024.

impulso político. Por exemplo, os incentivos à procura de aliviar as barreiras de elevado custo podem permitir a criação inicial do mercado e ser eliminados à medida que o mercado amadurece. Em última análise, o relatório esclareceu que isto poderia ser alcançado com uma combinação de incentivos³⁶ ligados à produção para eletrolisadores e células de combustível e requisitos para a indústria e os intervenientes privados implantarem estas tecnologias.

Depois de todos os movimentos políticos nacionais iniciados pelo NITI Aayog, em 4 de janeiro de 2023, a Missão Nacional de Hidrogênio Verde³⁷ foi aprovada pelo Gabinete da União Federal, presidida pelo Primeiro Ministro Indiano. Com esta aprovação, a Índia poderá tornar-se um campeão global em hidrogénio verde.³⁸ De acordo com a estratégia da missão, o Ministério das Energias Novas e Renováveis elaborará o quadro regulamentar para este segmento. No âmbito do Programa de Intervenções Estratégicas para a Transição Energética Indiana, a Missão Nacional de Hidrogénio Verde, possui dois mecanismos distintos de incentivo financeiro. Deve-se iniciar com incentivos tributários e subsídios na produção nacional de eletrolisadores e, depois haverá outros incentivos para a produção de hidrogénio verde.³⁹

A Missão Nacional de Hidrogênio Verde enfrenta um desafio regulamentar, o de considerar os custos adicionais para a infraestrutura de transporte de hidrogénio em distâncias mais longas porque a Índia, como o Brasil, tem dimensões continentais. A Missão enfatiza profundamente a criação de Centros de Hidrogénio Verde como incentivos infraestruturais. Também se observa que a própria Missão visa a identificar locais e desenvolver centros-chave de hidrogénio verde em toda a Índia, com potenciais locais cobrindo regiões com elevada presença de fertilizantes e unidades de refinaria perto de portos essenciais.

Os estudos posteriores à publicação da Missão destacam várias áreas emergentes dos centros, como Kerala. O estado de Kerala, na Índia, anunciou um investimento significativo de Rs 200 crore para a criação de hubs de hidrogênio verde nos próximos

³⁶ Alguns incentivos propostos são relativos ao "Green Credit Program", quando estão vinculados à Missão da Transição Energética Indiana. Para maiores informações, vide GOVERNMENT OF INDIA - MINISTRY OF ENVIRONMENT, FORESTRY AND CLIMATE CHANGE (2023). *Green Credit Program*. Published on October 2023. Disponível em <https://moef.gov.in/wp-content/uploads/2023/06/Draft-GCP-Notification-Inviting-Comments-27062023.pdf>. Acessado em 12 fev 2024.

³⁷ "The mission aims to make India a Global Hub for producing, utilizing, and exporting Green Hydrogen and its derivatives. The mission will help India become energy independent and Decarbonisation of significant sectors of the economy." (A missão visa tornar a Índia um centro global para a produção, utilização e exportação de hidrogénio verde e seus derivados. A missão ajudará a Índia a tornar-se independente da energia e a descarbonizar sectores significativos da economia - Tradução Livre). GOVERNMENT OF INDIA (2023). Cabinet approves National Green Hydrogen Mission. Press Information Bureau. Published on New Delhi, January 5, 2023. Disponível em <https://pib.gov.in/PressReleaseDetailm.aspx?PRID=1888545>. Acessado em 4 jan 2024.

³⁸ O Programa Governamental esclarece que o "Green Hydrogen is considered a promising alternative for enabling this transition. Increasing renewable energy use across all economic spheres is central to India's Energy Transition." (O Hidrogênio Verde é considerado uma alternativa promissora para viabilizar esta transição. O aumento da utilização de energias renováveis em todas as esferas económicas é fundamental para a Transição Energética da Índia - Tradução Livre). GOVERNMENT OF INDIA - MINISTRY OF NEW & RENEWABLE ENERGY (2023b). *India Aims to Become a Green Hydrogen Leader - The National Green Hydrogen Mission could prove instrumental for India's transition to green hydrogen*. Published on April 4, 2023. Disponível em <https://rmi.org/india-aims-to-become-a-green-hydrogen-leader/>. Acessado em 5 jan 2024.

³⁹ A missão tem como objetivo tornar a Índia um Polo Global para produção, utilização e exportação de Hidrogênio Verde e seus derivados. A missão ajudará a Índia a se tornar independente energeticamente e a Descarbonização de setores significativos da economia. GOVERNMENT OF INDIA (2023). Cabinet approves National Green Hydrogen Mission. Press Information Bureau. Published on New Delhi, January 5, 2023. Disponível em <https://pib.gov.in/PressReleaseDetailm.aspx?PRID=1888545>. Acessado em 4 jan 2024.

dois anos. O plano visa promover o uso e a produção de hidrogênio verde como uma fonte de energia sustentável e renovável.⁴⁰

De acordo com o Ministério das Energias Novas e Renováveis da Índia também há iniciativas em:

A) *Tamil Nadu* - O governo estadual está promovendo a produção e utilização de hidrogênio verde em diversos setores, como transporte, indústria e geração de energia. Além disso, estão sendo desenvolvidos projetos piloto para avaliar a viabilidade e eficácia do uso do hidrogênio verde em diferentes aplicações.

B) *Maharashtra* - Estão sendo implementados programas para incentivar a pesquisa e desenvolvimento de tecnologias relacionadas ao hidrogênio verde. O estado também está trabalhando para criar infraestrutura adequada para a produção, armazenamento e distribuição de hidrogênio verde, visando a redução das emissões de carbono e a promoção do desenvolvimento sustentável.

C) *Odisha* - O foco está na integração do hidrogênio verde nas indústrias locais, especialmente aquelas que dependem fortemente de combustíveis fósseis. O governo estadual está colaborando com instituições de pesquisa e empresas privadas para desenvolver soluções inovadoras que permitam a transição para o uso de hidrogênio verde, contribuindo assim para a redução da pegada de carbono do estado.

De acordo com o Ministério das Energias Novas e Renováveis, estes centros podem ligar centros de produção de hidrogênio verde a centros de consumo em espaços de circuito fechado, ajudando a reduzir a necessidade de transporte de hidrogênio e permitindo a utilização partilhada de infraestruturas. Para o êxito da estratégia de circuitos fechados, no segundo semestre de 2023, os governos nacionais e regionais aprovaram alguns regulamentos nacionais sobre hidrogênio verde.⁴¹

Os projetos-piloto em setores de uso final e vias de produção emergentes recebem apoio do governo nacional. É essencial que os governos das regiões também incentivem a produção e o uso em grande escala de hidrogênio quando forem identificados e desenvolvidos como Centros de Hidrogênio Verde. O governo nacional apoia estes projectos-piloto em sectores de utilização final e vias de produção emergentes. Os governos das regiões precisam apoiar a produção e utilização em larga escala de hidrogênio quando identificadas e desenvolvidas como Centros de Hidrogênio Verde. O governo de Kerala foi o primeiro a fazer progressos ao alocar 2,4 milhões de dólares para produzir centros de hidrogênio verde em Trivandrum e Kochi em 2023.⁴²

Pode-se concluir que para implementar com sucesso os regulamentos nacionais da Índia no que tange ao hidrogênio verde, o país deve ter um ambiente de negócios específico para as partes interessadas dos setores público e privado, que precisarão

⁴⁰ Com esse investimento, Kerala demonstra seu compromisso em impulsionar a transição energética e reduzir as emissões de carbono, alinhando-se às metas globais de combate às mudanças climáticas. GOVERNMENT OF INDIA - MINISTRY OF NEW & RENEWABLE ENERGY, *India Aims to (...)*, Op. Cit. 2023b.

⁴¹ Espera-se que os hubs de hidrogênio verde contribuam para impulsionar a economia local, criar empregos e posicionar Kerala como um líder em energia limpa na Índia. Essa medida também reflete a crescente conscientização sobre a importância da energia renovável e da descarbonização em todo o mundo. ETENERGY WORLD (2023). *Kerala announces Rs 200 crore for setting up green hydrogen hubs over next 2 yrs. The writer is Aarushi Koundal*. Published on February 3, 2023. Disponível em <https://energy.economicstimes.indiatimes.com/news/renewable/kerala-announces-rs-200-crore-for-setting-up-green-hydrogen-hubs-over-next-2-yrs/97573710>. Acessado em 4 jan 2024.

⁴² Além do apoio do governo central, é essencial que os governos estaduais também desempenhem um papel ativo no fomento à produção e ao uso em larga escala do hidrogênio verde, especialmente ao identificar e desenvolver Centros de Hidrogênio Verde. Esses centros podem se tornar catalisadores para a adoção generalizada dessa tecnologia limpa e renovável em diversas indústrias e setores. GOVERNMENT OF INDIA - MINISTRY OF NEW & RENEWABLE ENERGY, *India Aims to (...)*, Op. Cit. 2023b.

colaborar em toda a cadeia de valor do hidrogênio verde para desbloquear o potencial dos incentivos e tornar a Índia possível líder na produção de hidrogênio verde na Ásia.

7. Conclusões

Diante de toda a problemática exposta neste estudo, os autores alcançaram seus objetivos de apontar em que estado de desenvolvimento se encontram as políticas públicas do hidrogênio verde e analisar os impactos regulatórios do hidrogênio verde na estratégia de transição energética do Brasil e da Índia, avaliando, no âmbito energético dos BRICS, se estas são adequadas para promover a transição do combustível fóssil para a energia renovável. E, apresentarem a discussão, reflexão e análise dos obstáculos regulatórios do hidrogênio verde nos dois países separadamente, dentro de uma visão comparativa.

Quanto à questão problema, a resposta é parcialmente positiva porque os governos do Brasil e da Índia, embora em diferentes estágios porque a Índia já deliberou sobre o programa de hidrogênio verde e no Brasil ainda está em trâmite legislativo, estão, pouco a pouco, estabelecendo um ambiente regulatório para promover o mercado de hidrogênio verde. Contudo, ao introduzir estruturas regulatórias do hidrogênio verde com o intuito de facilitar a transição energética do combustível fóssil ao renovável, percebe-se que as questões socioeconômicas de, ambos os países, impactam o desenvolvimento dos programas de transição ecológica do combustível fóssil para uma energia limpa.

Consequentemente, o Brasil precisa votar o Marco Legal do Hidrogênio Sustentável (nome que designa o hidrogênio verde) e preparar um orçamento adequado para implementar todos os projetos necessários ao desenvolvimento das regiões do país. A Índia deve progredir com a sua Missão Nacional de Hidrogênio Verde, que já tem um marco regulatório, mas falta adequar o seu orçamento às necessidades regionais, dada a sua forma de Estado, que se caracteriza por uma certa autonomia das regiões. Além disso, o governo indiano deve permitir a descentralização da administração, permitindo que as regiões administrativas desenvolvam políticas regionais para atrair investimentos nacionais e estrangeiros, visando a colaborar com os objetivos nacionais da transição energética.

De acordo com a discussão e reflexão sobre o segmento de mercado de hidrogênio verde, os autores possuem algumas recomendações, que fazem agora:

A) O Brasil pode aprimorar os hubs de hidrogênio verde em regiões portuárias como o Ceará (projeto piloto no Porto de Pacém) ou Pernambuco (Porto de Suape), que representam modelos-chave para o desenvolvimento deste mercado no país. Essas áreas concentram a demanda interna de complexos industriais portuários e possuem facilidade para atender à demanda de exportação.

B) É crucial que o Brasil intensifique a produção de amônia verde para o segmento de transporte, considerando a demanda nacional devido à vasta extensão territorial do país e a escassez de oferta na América Latina.

C) A Índia deve implementar um programa nacional de hidrogênio verde para desenvolver suas infraestruturas, com foco em iniciativas que envolvam a utilização de amônia verde no transporte de cargas de longa distância. Além disso, o país deve subsidiar a compra de equipamentos para ampliar suas refinarias e trabalhar na construção de um modelo de negócio com características de circuitos fechados.

D) Outras regiões da Índia podem se beneficiar do projeto piloto realizado em Kerala para realizar uma transição rápida e eficaz para o ciclo do hidrogênio verde. Essas regiões devem implementar programas semelhantes, identificando-se como Centros de Hidrogênio Verde e buscando replicar as boas práticas observadas em Kerala.

Apesar dos progressos registrados em ambos os países, há muito trabalho pela frente para ambos países. Os projetos de energias renováveis, como é o caso do hidrogênio verde, até 2050 devem estar comprometidos a alcançarem as metas estabelecidas. Outra questão que precisa ser apontada é que o ambiente de negócios

em ambos os países é ineficiente devido às instabilidades políticas, sociais e económicas, especialmente após a pandemia da COVID-19. Os recursos e equipamentos são críticos para garantir a implementação dos projetos de fornecimento de hidrogénio verde, para evitar estrangulamentos nas infraestruturas e permitir instalações preparadas para a produção do hidrogénio verde para o uso interno e a exportação.

Em ambos os países, as ações governamentais e os regulamentos administrativos, estes últimos que são mais rápidos de serem aprovados, aceleram o ritmo da adoção do hidrogénio verde em setores vitais da economia de ambos os países analisados. Por exemplo, o aço, o transporte rodoviário pesado de longo curso e o transporte marítimo, que dada a exportação de bens primários e as balanças de pagamento em *commodities* dos dois países, serão fundamentais para auxiliar no cumprimento dos objetivos da transição energética de ambos países analisados.

Pode ser que, com o Marco Regulatório brasileiro e a Missão indiana ocorrendo paralelamente, os dois países se unam para fortalecer os seus projetos. Pode ser que não ocorra porque os dois países concorrem neste segmento de mercado. Tudo a depende do fortalecimento de suas relações internacionais e do mercado internacional, ao qual ambos países são fortemente dependentes. É verdade que o hidrogênio verde poder ser um caminho para a tão esperada independência energética do fóssil, a depender da evolução tecnológica mundial desse segmento de mercado.

8. Bibliografia

ABH2 (2017). *Ações para o uso energético e industrial do hidrogênio no Brasil*. Disponível em <https://abh2.org/>. Acessado em 4 jan 2023.

AGÊNCIA DE COMUNICAÇÃO DO SENADO FEDERAL (2023). *Debate aponta importância do hidrogênio verde para descarbonizar a economia*. Senado Federal Press. Disponível em <https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2023/04/26/debate-aponta-importancia-do-hidrogenio-verde-para-descarbonizar-economia>. Acessado em 15 de mar 2024.

AGÊNCIA DE COMUNICAÇÃO DO SENADO FEDERAL (2023). *Brasil tem grande potencial de produção de hidrogênio verde*. Senado Federal Press. <https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2023/05/17/brasil-tem-grande-potencial-de-producao-de-hidrogenio-verde-dizem-especialistas>. Acessado em 15 de mar 2024.

AGÊNCIA DE COMUNICAÇÃO DO SENADO FEDERAL (2023). *Comissão do Hidrogênio Verde faz audiência no Ceará*. Senado Federal Press. <https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2023/06/23/comissao-do-hidrogenio-verde-faz-audiencia-no-ceara>. Acessado em 15 de mar 2024.

AGÊNCIA DE COMUNICAÇÃO DO SENADO FEDERAL (2023). *Marco legal do Hidrogênio Verde já está em elaboração*. Senado Federal Press. <https://www12.senado.leg.br/noticias/videos/2023/06/marco-legal-sobre-hidrogenio-verde-ja-esta-em-elaboracao>. Acessado em 15 de mar 2024.

ANEEL (2023). *Technical Note nº. 0047/2023-SPE/ANEEL* (File: 48500.008476/2022-06). Published on April 14, 2023. Disponível em https://antigo.aneel.gov.br/web/guest/consultas-publicas?p_p_id=participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet&p_p_lifecycle=2&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_cacheability=cacheLevelPage&p_p_col_id=column-2&p_p_col_pos=1&p_p_col_count=2&participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet_idDocumento=50300&participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet_tipoFaseReuniao=fase&participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet_jspPage=%2Fhtml%2Fpp%2Fvisualizar.jsp. Acessado em 7 jan 2024.

- ARMESILLA CONDE, S. (2016). "ATCI vs. BRICS: consecuencias sobre la geopolítica y las relaciones internacionales del siglo XXI". *Política y Sociedad*, Vol. 53, Núm. 2: 621-637. DOI: http://dx.doi.org/10.5209/rev_POSO.2016.v53.n2.46758
- BASKARAN, G. (2023). Six New BRICS: Implications for Energy Trade. The Center for Strategic and International Studies (CSIS). Disponível em <https://www.csis.org/analysis/six-new-brics-implications-energy-trade>. Acessado em 25 mar 2024.
- CGEE (2023). *Critical and sensitive technologies in priority sectors. Energy hydrogen in Brazil. Subsidies for competitiveness policies: 2010-2025*. Disponível em https://www.cgee.org.br/documents/10195/734063/Hidrogenio_energetico_completo_22102010_9561.pdf/367532ec-43ca-4b4f-8162-acf8e5ad25dc?version=1.5. Acessado em 5 de jan 2024.
- DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT GMBH (2021). *German-Brazilian Energy Partnership*. Disponível em https://www.giz.de/en/downloads/Parcerias%20Energ%C3%A9ticas_BMWK_01_2022_EN.pdf. Acessado em 2 de jan 2024.
- EPE (2021). *Technical Note - Bases for the Consolidation of the Brazilian Hydrogen Strategy (EPE-DEA-NT-003/2021)*. Published on February 23, 2021. Disponível em [https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-datos-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-569/Hidroge%CC%82nio_23Feb2021NT%20\(2\).pdf](https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-datos-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-569/Hidroge%CC%82nio_23Feb2021NT%20(2).pdf). Acessado em 2 jan 2024.
- ETENERGY WORLD (2023). *Kerala announces Rs 200 crore for setting up green hydrogen hubs over next 2 yrs. The writer is Aarushi Koundal*. Published on February 3, 2023. Disponível em <https://energy.economictimes.indiatimes.com/news/renewable/kerala-announces-rs-200-crore-for-setting-up-green-hydrogen-hubs-over-next-2-yrs/97573710>. Acessado em 4 jan 2024.
- EUR-LEX (2020). *A hydrogen strategy for a climate-neutral Europe - COM(2020) 301 final*. Publication on Brussels, 8.7.2020. Disponível em <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020DC0301&from=EN>. Acessado em 18 jan 2024.
- GOVERNMENT OF INDIA (2023). *Cabinet approves National Green Hydrogen Mission*. Press Information Bureau. Published on New Delhi, January 5, 2023. Disponível em <https://pib.gov.in/PressReleaseDetailm.aspx?PRID=1888545>. Acessado em 4 jan 2024.
- GOVERNMENT OF INDIA - MINISTRY OF NEW & RENEWABLE ENERGY (2023a). *National Green Hydrogen Mission*. Published on New Delhi, January 4, 2023. Disponível em https://mnre.gov.in/img/documents/uploads/file_f-1673581748609.pdf. Acessado em 4 jan 2024.
- GOVERNMENT OF INDIA - MINISTRY OF NEW & RENEWABLE ENERGY (2023b). *India Aims to Become a Green Hydrogen Leader - The National Green Hydrogen Mission could prove instrumental for India's transition to green hydrogen*. Published on April 4, 2023. Disponível em <https://rmi.org/india-aims-to-become-a-green-hydrogen-leader/>. Acessado em 5 jan 2024.
- GOVERNMENT OF INDIA - MINISTRY OF ENVIRONMENT, FORESTRY AND CLIMATE CHANGE (2023). *Green Credit Program*. Published on October 2023. Disponível em <https://moef.gov.in/wp-content/uploads/2023/06/Draft-GCP-Notification-Inviting-Comments-27062023.pdf>. Acessado em 12 fev 2024.
- GOVERNMENT OF INDIA - MINISTRY OF NEW & RENEWABLE ENERGY (2023). *Summary of National Green Hydrogen Mission. Decarbonising India, Achieving Net-Zero Vision (RU-44-01-0067-210322/EXPLAINER)*. Published on March 6, 2023. Disponível em <https://www.india.gov.in/spotlight/national-green-hydrogen-mission#:~:text=The%20National%20Green%20Hydrogen%20Mission,Green%20Hydrogen%20and%20its%20derivatives>. Acessado em 6 jan 2024.
- GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ (2022). Disponível em <https://www.ceara.gov.br/2022/04/29/hub-de-hidrogenio-verde-governo-do>

- ceara-assina-memorandos-de-entendimento-com-empresas-a-serem-instaladas-no-complexo-do-pecem/. Acessado em 7 jan 2024.
- HYDROGEN COUNCIL (2023). *Hydrogen Insights*. Published on May 11, 2023. Disponível em <https://hydrogencouncil.com/wp-content/uploads/2023/05/Hydrogen-Insights-2023.pdf>. Acessado em 30 jan 2024.
- MEHMOOD, U.; AGYEKUM, E. B.; TARIQ, S.; HAQ, Z. U.; UHUNAMURE, S. E.; EDOKPAYI, J. N.; AZHAR, A.. 2022. "Socio-Economic Drivers of Renewable Energy: Empirical Evidence from BRICS" *International Journal of Environmental Research and Public Health* 19, no. 8: 4614. <https://doi.org/10.3390/ijerph19084614>
- MME - Ministério de Minas e Energia (2020). *National Energy Plan 2050 (PNE 2050)*, Brasília: Governo Federal.
- MME - Ministério de Minas e Energia (2021). *National Hydrogen Program – PNH2 – Proposal and Guidelines*. Published on July 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/HidrogenioRelatorioretrizes.pdf>. Acessado em 7 jan 2024.
- MOLINA MORENO, V.; JIMÉNEZ BASTIDA, J. L. (2021). "Importancia actual de la Geoconomía: Algunas Consideraciones." *Revista Economía Industrial*, n. 420, pp. 35-46. Disponível em <https://www.mincotur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/420/Molina%20Moreno%20y%20Jime%CC%81nez%20Bastida.pdf>. Acessado em 18 mar 2024.
- NITI AAYOG - THE NATIONAL INSTITUTION FOR TRANSFORMING INDIA (2022). *Harnessing Green Hydrogen Opportunities for Deep Decarbonisation in India. Indian strategies documents and reports database*. Published on June 29, 2022. Disponível em https://www.niti.gov.in/sites/default/files/2022-06/Harnessing_Green_Hydrogen_V21_DIGITAL_29062022.pdf. Acessado em 3 jan 2024.
- NUNES, C. R. P. (2014). *Fundo de investimento com capital estrangeiro ou com investidor não residente no Brasil do século XXI: natureza, características e funcionalidade*. Rio de Janeiro: Mídia Jurídica.
- PELFINE, A.; FULQUET, Gastón (Coord.) (2015). *Los BRICS en la construcción de la multipolaridad ¿Reforma o adaptación? Serie SUR-SUR*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: CLACSO; Nueva Dheli: Ideas; Ciudad del Cabo: Codesria; Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Flacso. Disponível em: <http://biblioteca.clacso.edu.ar/clacso/sur-sur/20151110035930/Interior.pdf>. Acessado em 22 mar 2024
- PEREIRA NUNES, C. R., PINTO SILVA, C. B. (2018). "Discussão entre desenvolvimento econômico e a sustentabilidade no Brasil: projeto fábrica da JAC Motors." *Revista Interdisciplinar Do Direito - Faculdade De Direito De Valença*, 16(1), 91–103. Disponível em <https://revistas.faa.edu.br/FDV/article/view/484>. Acessado em 20 mar 2024.
- SENADO FEDERAL (2022). *Brazilian Sustainable Hydrogen Project of Law n. 725/2022*. Disponível em <https://legis.senado.leg.br/sdleg-getter/documento?dm=9096609&ts=1648597804854&disposition=inline>. Acessado em 7 jan 2024.
- TV DO SENADO FEDERAL (2023). *Comissão do hidrogênio verde faz audiência em Pecem, Ceará*. Disponível em <https://www12.senado.leg.br/tv/programas/noticias-1/2023/06/comissao-do-hidrogenio-verde-faz-audiencia-em-pecem-no-ceara>. Acessado em 7 jul 2023.
- UN - UNITED NATIONS (2021). *Global Champions Announced for UN High-level Dialogue on Energy*. Published on September 12, 2021. Disponível em <https://www.un.org/en/desa/global-champions-announced-un-high-level-dialogue-energy>. Acessado em 1º jan 2024.

WORLD BANK (2022). *India Power Sector Database*. Disponível em <https://databank.worldbank.org/source/india-power-sector-review-database>. Acessado em 9 fev 2024.