

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/366918854>

DESAFIOS E OPORTUNIDADES PARA O MERCADO DE HIDROGÊNIO VERDE NO BRASIL: UMA ANÁLISE SWOT

Conference Paper · August 2022

CITATIONS

0

READS

426

4 authors, including:



Thiago Modesto de Abreu

Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI)

19 PUBLICATIONS 41 CITATIONS

SEE PROFILE



Edson da Costa Bortoni

Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI)

145 PUBLICATIONS 1,125 CITATIONS

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Variable speed operation of hydro and thermal machines [View project](#)



Artificial Intelligence techniques applied to the Photovoltaic parameters extraction problem. [View project](#)



DESAFIOS E OPORTUNIDADES PARA O MERCADO DE HIDROGÊNIO VERDE NO BRASIL: UMA ANÁLISE SWOT

Thiago Modesto de Abreu¹; Luis Guilherme de Freitas Bernardes¹; Roberto Akira Yamachita¹;
Edson da Costa Bortoni¹

¹Universidade Federal de Itajubá

RESUMO

O Brasil é um dos países com mais diversas matrizes renováveis do mundo, tendo, em seu mix, as fontes hídrica, solar, eólica e biomassa que podem servir de fonte primária para produção de hidrogênio verde (H2V). Apesar desse diferencial em relação a outros países, o mercado de H2V no Brasil ainda está em fase inicial, e em como todo mercado em construção, requer atenção quanto às carências internas para sua estruturação, bem como às ameaças externas em termos macroeconômicos. Nesse sentido é que esse trabalho traz uma análise SWOT (*strengths, weaknesses, opportunities and threats*), visando, de forma estratégica, mapear e identificar forças, fraquezas (ambiente interno), oportunidades e ameaças (ambiente externo) e que possibilitam identificar as suas competências e a atuação do país perante o mercado onde está inserido. Como resultado, buscou-se levantar pontos positivos e negativos da inserção do Brasil no mercado de H2V, sugerindo-se ações para aprimoramento e mitigação desses fatores, respectivamente.

Palavras-chave: hidrogênio verde, análise SWOT, transição energética

ABSTRACT

Brazil is one of the countries with the most diverse renewable matrix globally, having in its mix water, solar, wind, and biomass sources that can serve as a primary source for producing green hydrogen (H2V). However, despite this differential concerning other countries, the H2V market in Brazil is still in its initial phase, and like any market under construction, it requires attention regarding internal needs for its structuring and external threats in macroeconomic terms. In



XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANEJAMENTO ENERGÉTICO

Os desafios do Planejamento Energético

24 a 26 de agosto de 2022

this sense, this work brings a SWOT analysis, aiming strategically to map and identify strengths, weaknesses (internal environment), opportunities, and threats (external environment), making it possible to identify its competencies and the country's performance in the market it is inserted. As a result, we sought to raise optimistic and pessimistic aspects of Brazil's insertion in the H2V market, suggesting actions to improve and mitigate these factors.

Keywords: green hydrogen, SWOT analysis, energy transition

1. INTRODUÇÃO

A utilização de hidrogênio como insumo industrial não é um fato novo ao redor do mundo. Muitos setores, como indústrias químicas de fertilizantes, siderurgia, cosméticos, alimentos e transportes utilizam hidrogênio como subproduto industrial, provenientes de processos térmicos como produtos de refino, gaseificação do carvão e reforma de gás natural, utilizando recurso produzido prioritariamente utilizando combustíveis fósseis considerados limitados, cujos preços globais vem subindo recentemente. Ademais, desde a assinatura do Acordo de Paris, em 2015, reforçado pelas discussões ocorridas em Glasgow, em 2021, diversos países anunciaram seus planos para alcançar uma meta de zero de emissões líquida de dióxido de carbono (CO₂), conhecido como “*Net Zero*”. Para atingir essa meta, mudanças progressivas na matriz energética mundial serão necessárias para diminuir as emissões relacionadas à energia em 60% até 2050 (COP26, 2021).

É nesse sentido é que o H2V, produzido a partir de fontes renováveis de energia, por meio processo eletrolítico, vem desempenhando um importante papel na transição energética mundial para sistemas de energia de carbono zero, em substituição ao uso de combustíveis fósseis.

Nesse cenário é que o Brasil desponta como um potencial produtor de H2V devido, prioritariamente, à sua matriz predominantemente renovável consolidada e em expansão. Não obstante, o país também se posiciona como um grande consumidor indireto do elemento químico, como por exemplo, no setor de agronegócio, por meio de fertilizantes produzidos a partir da amônia.



Porém, alguns fatores de riscos internos e externos se apresentam como desafios para o estabelecimento desse mercado e, portanto, H2V vem sendo considerado estratégico para o governo brasileiro e seus formadores de política. Dessa forma é que este trabalho apresenta uma análise SWOT, que traduzindo do inglês é um acrônimo para forças, fraquezas (fatores internos), oportunidades e ameaças (fatores externos) para identificar os pontos positivos e negativos de um promissor mercado de produção, comercialização e exportação de H2V no país.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Hidrogênio

Hidrogênio é o elemento mais abundante no universo, sendo um elemento raro na atmosfera terrestre devido a sua densidade e, contudo, é abundante na superfície do planeta, em forma de hidrocarbonetos e água (JOSHI; DINCER; REDDY, 2010).

Uma vantagem da produção de hidrogênio é que o elemento químico pode ser obtido utilizando-se diversas fontes primárias. Dessa forma, devido à essa segmentação, a literatura sugere classificar o elemento em escala de cores, conforme segue apresentado no Quadro 1 (EPE, 2021a) a seguir:

Quadro 1 - Classificação do hidrogênio em escala de cores

Preto	produzido de carvão mineral (antracito) sem CCUS (captura, utilização e sequestro de carbono)
Marrom	produzido de carvão mineral (hulha), sem CCUS
Cinza	produzido do gás natural sem CCUS
Azul	produzido a partir de gás natural (eventualmente, também a partir de outros combustíveis fósseis) com CCUS
Verde	produzido a partir de fontes renováveis via eletrólise da água.
Branco	obtido de forma natural ou geológica
Turquesa	produzido por craqueamento térmico do metano, sem gerar CO ₂
Musgo	produzido de biomassa ou biocombustíveis, com ou sem CCUS, através de reformas catalíticas, gaseificação ou biodigestão anaeróbica



XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANEJAMENTO ENERGÉTICO

Os desafios do Planejamento Energético

24 a 26 de agosto de 2022

Por outro lado, alguns autores classificam produção de hidrogênio limpo tendo como fonte primária materiais não renováveis, porém com CCUS, minimizando ou eliminando a produção de CO₂, ou utilizando combustíveis renováveis como biomassa, biogás e energia solar, eólica, hidráulica, chamados também de hidrogênio livre de carbono. (VELAZQUEZ ABAD; DODDS, 2020). Já VALENTE; IRIBARREN; DUFOUR (2021) classificam hidrogênio rosa obtido via eletrólise utilizando energia nuclear.

Mediante classificação apresentada são abordados os principais processos de produção para cada cor apresentada no Quadro 1.

2.1.1 Produção

A produção de hidrogênio, também conhecida como rota tecnológica, é dividida em três principais macroprocessos: térmico, fotolítico e eletrolítico. Segundo BRAGA (2021), processo térmico representa cerca de 98% da produção total de hidrogênio, sendo a reforma à vapor do gás natural a fonte mais barata de hidrogênio industrial e a mais utilizada no Brasil em fábricas de fertilizantes e refinarias. Por outro lado, a grande desvantagem desse processo é a liberação na atmosfera de seus subprodutos, CO₂ e CO, e outros gases de efeito estufa (EPE, 2021b). Já no caso da reforma a vapor do bioetanol obtido por meio da fermentação da biomassa, o processo é considerado neutro em termos de carbono, uma vez que o CO₂ emitido é absorvido no crescimento da biomassa (AZEVEDO; CAMPELLO, 2021).

Adicionalmente, outro processo térmico muito utilizado é o da gaseificação, no qual a reação de um combustível sólido, como carvão, por exemplo, na presença de vapor d'água e oxigênio, porém, assim como no caso anterior, esse processo também produz CO, CO₂, metano e outros gases de efeito estufa (BRAGA, 2021).

Já quanto ao processo fotolítico, esse pode ser dividido em decomposição fotoeletrolítica da água na presença de radiação solar e decomposição foto biológica que utiliza o metabolismo de microrganismos fotossensíveis como



XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANEJAMENTO ENERGÉTICO

Os desafios do Planejamento Energético

24 a 26 de agosto de 2022

algas e bactérias na para produção de hidrogênio na presença de uma fonte luminosa (AZEVEDO; CAMPELLO, 2021).

O processo de produção de hidrogênio verde por eletrólise da água, se dá por meio de um fluxo de corrente contínua através de uma solução aquosa entre dois eletrodos (anodo e catodo), separados por uma membrana. Neste processo, não há emissão de carbono.

2.1.2 Armazenamento

O armazenamento de hidrogênio representa uma etapa intermediária entre a produção e o consumo do elemento. Em termos tecnológicos, hidrogênio pode ser armazenado de diferentes formas que podem ser configuradas a partir das tecnologias de produção, logística de transporte/distribuição e do uso final. As três principais tecnologias de armazenamento são: física, adsorção e química.

De acordo com AZEVEDO; CAMPELLO (2021), o armazenamento físico de hidrogênio pode ser comprimido em tanques, estruturas geológicas ou liquefeito, a $-252,8^{\circ}$ C. Nesse caso, pode ser armazenado na forma gasosa em vasos de pressão, recipientes ou caverna subterrâneas que apesar de ser considerada uma tecnologia madura, possui alta taxa de enchimento e simplicidade na tecnologia, apresenta baixa densidade volumétrica e alto gasto de energia para sua pressurização. Caso seja armazenado em estado liquefeito, pode atingir maior densidade, ou seja, mais energia por unidade de volume, no entanto, existe um alto consumo de energia envolvido no processo de liquefação.

Outra forma de armazenamento é por adsorção, ocorrendo a ligação do hidrogênio molecular a materiais com elevada área superficial específica, como polímeros porosos, materiais carboníferos, *metal-organic frameworks* (MOFs) e zeólitas.

Por fim, o armazenamento químico pode ser feito por meio de hidretos metálicos, ligando átomos de hidrogênio à estrutura do composto (boro-hidreto de magnésio), a líquidos e gases na forma de amônia, metano, metanol, etc ou ligado a líquidos orgânicos como tolueno ou metil-ciclohexano, também



XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANEJAMENTO ENERGÉTICO

Os desafios do Planejamento Energético

24 a 26 de agosto de 2022

conhecidos como *liquid organic hydrogen carriers* (LOHC). A grande vantagem desse método é armazenar grande quantidade de hidrogênio em um volume relativamente pequeno.

2.1.3 Transporte

A baixa densidade de energia do hidrogênio significa que pode ser muito caro transportá-lo por longas distâncias. Porém, o armazenado em moléculas maiores, podem ser mais facilmente transportados por meio de gasodutos, por exemplo, o que pode reduzir custos aos usuários finais. Embora dutos sejam uma escolha vantajosa a longo prazo, esse depende de uma demanda suficientemente grande, sustentada e localizada. Porém, distribuição hoje geralmente depende de caminhões que transportam hidrogênio como gás ou líquido. Já se o hidrogênio precisar ser enviado para outro país, ele geralmente deve ser liquefeito ou transportado como amônia ou em transportadores de LOHC (IEA, 2019).

Segundo DAS DORES (2021), o transporte terrestre por gasoduto é mais barato para distâncias de até 1.500 km e para trajetos superiores, o transporte agregado à amônia ou a LOHC é considerado mais barato.

2.1.4 Principais usos

O uso de hidrogênio hoje é dominado por aplicações industriais, sendo os quatro principais usos individuais de hidrogênio hoje (na forma pura e mista): refino de petróleo (33%), sendo mais de 60% do hidrogênio usado nas refinarias produzido com gás natural, produção de amônia (27%), produção de metanol (11%) e produção de aço via redução direta de minério de ferro (3%) (IEA, 2019).

O uso final do hidrogênio pode ser dividido em duas categorias: uso energético e não energético. Os usos energéticos incluem as indústrias de transporte, equipamentos portáteis e geração de energia. Já os usos não energéticos incluem aplicações residenciais e matéria-prima para o setor industrial, conforme apresentado no Quadro 2 (HYDROGEN COUNCIL, 2020) a seguir:



XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANEJAMENTO ENERGÉTICO

Os desafios do Planejamento Energético

24 a 26 de agosto de 2022

Quadro 2 - Principais usos finais do hidrogênio

Uso energético	Uso não energético
Transporte: -Uso em motores a combustão -Uso em células a combustível -Produção de combustíveis sintéticos	Aplicações residenciais: Aquecimento e resfriamento/Geração de energia
Equipamentos portáteis: - Telefones celulares, aparelhos GPS, computadores portáteis (notebook), via célula a combustível.	Matéria prima no setor industrial: - Indústria química: Produção de amônia e metanol. - Refinarias: Hidrogenação e hidrotreatamento -Siderurgia: Produção de aço (DRI-EAF), aquecimento de cimento

3. METODOLOGIA

3.1 Análise SWOT

De acordo com COLAUTO; MECCA; LEZANA (2007), análise SWOT é uma ferramenta utilizada por organizações na elaboração do planejamento estratégico que permite mapear e identificar forças, fraquezas, oportunidades e ameaças, sendo possível dessa maneira, levantar as variáveis que reúnem informações do ambiente interno e externo e que possibilitam identificar as suas competências e a atuação da organização perante o mercado onde está inserida. Para SANT'ANA et al. (2017), a análise SWOT permite a identificação de competências e formas de atuação no mercado em que se estuda, favorecendo assim, o estabelecimento de estratégias organizacionais e planos de ação que foquem no alcance de um ou mais objetivos organizacionais. Dessa forma, análise SWOT busca garantir o melhor alinhamento entre as oportunidades e ameaças do ambiente externo, de um lado, e os pontos fortes e fracos inerentes à organização, de outro. O foco central da análise SWOT é reconhecer oportunidades e evitar ameaças, ponderando ao mesmo tempo, os pontos fortes e fracos da organização, conforme apresentado na Figura 1 (COLAUTO; MECCA; LEZANA, 2007) seguir:



		Análise da Situação do Negócio		
Interna (Microambientais)	Forças (Strengths)	O que fazemos que gera uma vantagem em relação aos competidores?	Fraquezas (Weaknesses)	Onde temos deficiências significativas em relação aos competidores?
	Oportunidades (Opportunities)	Quais os favoráveis acontecimento de mercado que poderão gerar crescimento no segmento?	Ameaças (Threats)	Quais as condições no mercado que poderão impactar negativamente o segmento?
Externa (Macroambientais)				

Figura 1 - Matriz da Análise SWOT

Dessa maneira, esse trabalho buscou identificar respostas para as perguntas mencionadas acima, para o mercado de H2V no Brasil, bem como as ações a serem tomadas para mitigar os pontos negativos e aprimorar os pontos positivos. Cabe ressaltar que foi encontrado na literatura um trabalho desenvolvido por GIZ (2021), em que, ao mapear o setor de hidrogênio verde no Brasil, utilizou análise SWOT como parte das recomendações para o desenvolvimento de uma economia de H2V no país.

4. RESULTADOS

Ao se aplicar as perguntas da Figura 1 ao promissor mercado de H2V no Brasil foi possível realizar uma análise de fatores internos identificar três forças e duas fraquezas; assim como fatores externos para se identificar três oportunidades e duas ameaças, elencando-se assim, mas não se limitando, a exemplos de cada item, conforme apresentado a seguir:

4.1 Forças

As três forças identificadas para são:

- **Matriz elétrica renovável diversificada:** o Brasil possui uma das matrizes renováveis mais diversificadas do mundo. Segundo MME (2022), a matriz elétrica brasileira no ano de 2021 somou 187 GW de capacidade instaladas,



XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANEJAMENTO ENERGÉTICO

Os desafios do Planejamento Energético

24 a 26 de agosto de 2022

sendo a parcela renovável correspondente a 87%¹ da matriz. Para o ano de 2031, estima-se que a matriz atinja 215 GW de potência, e a correspondente parcela renovável, podendo chegar a 93%, mediante crescimento das fontes solar e eólica, conforme apresentado na Figura 2 (MME, 2022) a seguir:

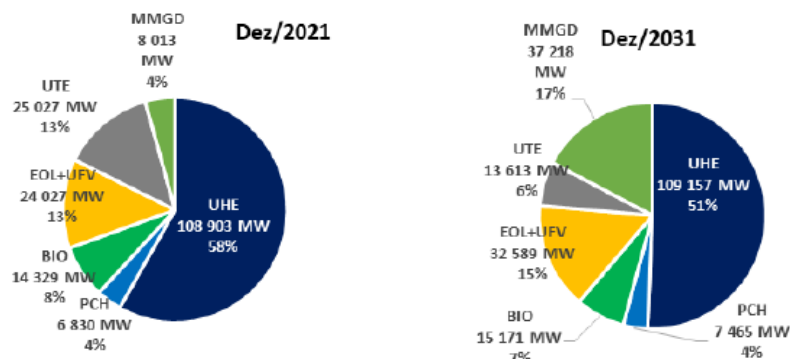


Figura 2 – Estimativa da evolução da capacidade instalada – Brasil

Outro ponto disruptivo que pode alavancar investimentos em novas fontes renováveis é a publicação do Decreto nº 10.946/2022 que pode viabilizar a construção de parques eólicos *offshore* no país. Dessa forma, possuir a matriz elétrica renovável e diversificada torna um país mais competitivo para produção de H2V.

Ademais, novas pesquisas para viabilização de empreendimentos hidrelétricos vêm sendo apresentadas como é o caso de que propuseram metodologia de definição de grupos geradores com diferentes potências (ABREU; MIGUEL; BORTONI, 2022).

- **Interesse político e engajamento de entidades brasileiras com órgãos internacionais:** Algumas entidades governamentais apresentaram propostas e diretrizes para programas de desenvolvimento da indústria e do mercado de hidrogênio verde no Brasil. Como exemplos, pode-se citar, no âmbito Federal, o Programa Nacional do Hidrogênio (PNH2) e no âmbito estadual, o Programa

¹ Incluindo geração distribuída e a parcela de importação de Itaipu



XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANEJAMENTO ENERGÉTICO

Os desafios do Planejamento Energético

24 a 26 de agosto de 2022

Minas do Hidrogênio, lançado pelo governo daquele estado. Nesse sentido, recomenda-se que outros estados e municípios adotem programas semelhantes para incentivo ao mercado de H2V.

- **Quantidade de centros de pesquisa e laboratórios no país:** Segundo GIZ (2021), existem 25 universidades com pelo menos um projeto na área de hidrogênio, que envolvem não somente hidrogênio verde, mas desenvolvimento e aplicação de outras tecnologias. Não menos recente, a Universidade Federal de Itajubá foi escolhida por agência alemã GIZ para construção do Centro de Produção e Pesquisas em Hidrogênio Verde (CPPHV), que além da construção de uma planta de eletrólise com até 1MW de capacidade, irá promover o desenvolvimento de pesquisas com parceiros da indústria e incubação de empresas, visando a disseminação do uso do hidrogênio (UNIFEI, 2021).

4.2 Fraquezas

Já as duas fraquezas apontadas nessa análise são apresentadas na sequência:

- **Ausência de arcabouço regulatório:** Atualmente, não há no país normas que disciplinem a produção, transporte, armazenamento, distribuição e conversão de hidrogênio. Isso pode acarretar em afastamento de investimentos privados devido justamente à riscos atrelados à falta de clareza (ou até ausência) de regras sólidas para construção do mercado. Para EPE (2021a), não obstante à normatização de condições de segurança e do desenho e regulação de mercado, o principal desafio para o desenvolvimento do uso energético do hidrogênio é alcançar os níveis de competitividade com outras fontes a partir da redução de seus custos.
- **Ausência de capacitação técnica:** o mercado de hidrogênio verde, por se tratar de um mercado ainda em criação no Brasil, ainda há pouca quantidade de profissionais qualificados nesse setor. Atualmente, a capacitação profissional no país está limitada a projetos de P&D gerenciados pela ANEEL.



XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANEJAMENTO ENERGÉTICO

Os desafios do Planejamento Energético

24 a 26 de agosto de 2022

Por outro lado, o PNH2 do Governo Federal traz em um dos seus eixos capacitação de nível técnico e profissional, bem como do setor público, incentivar o desenvolvimento de disciplinas, de nível de graduação e pós-graduação, laboratórios, patentes, livros etc. (MME, 2021) . Ademais, instituições como Câmara de Comércio e Indústria Brasil-Alemanha (AHK) e SENAI do Ceará já passaram a oferecer cursos de capacitação sobre o tema em tela.

4.3 Oportunidades

Nessa seção serão apresentados três pontos que podem ser vistos como oportunidades para o posicionamento do Brasil como grande *player* mundial.

- **Demanda mundial por hidrogênio verde:** desde a assinatura do Acordo de Paris em 2015 e o compromisso de redução a zero “*Net Zero*” de emissões líquida de dióxido de carbono (CO₂), e a conseqüente necessidade de descarbonização da matriz energética, houve um crescimento por demanda de hidrogênio verde no mundo. Ainda, após o início da guerra entre Rússia e Ucrânia e conseqüente redução da oferta de gás natural russo para o mercado europeu, houve um aumento das commodities energéticas mundiais, desincentivando assim, a produção de hidrogênio utilizando combustíveis fósseis como insumo.
- **Mercado consumidor local de hidrogênio:** Atualmente, apesar de o Brasil ser o maior país em produção agrícola, é um grande importador de fertilizantes. O consumo de hidrogênio no mundo nos últimos 30 anos é diretamente ligado ao aumento da produção de amônia, principalmente para fabricação de fertilizantes nitrogenados (GIZ, 2021). Visando diminuir essa dependência, sugere-se desenvolver a indústria de produção de amônia verde, em substituição ao gás natural ou carvão, por meio do processo *power-to-ammonia*.
- **Expansão do mercado de gás natural no Brasil:** Com a publicação da Lei nº 14.134/2021, a chamada “Lei do Gás”, estabeleceu-se um novo marco legal



XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANEJAMENTO ENERGÉTICO

Os desafios do Planejamento Energético

24 a 26 de agosto de 2022

desse mercado no país, cujo objetivo é o de aumentar a concorrência no mercado de gás natural, com a atração de investidores e redução do preço final ao consumidor final. Com isso, espera-se que haja também a extensão da malha de gasodutos no Brasil, com potencial para injeção e mistura de hidrogênio ao gás natural

4.4 Ameaças

Nesta seção são apresentadas duas ameaças identificadas que podem atrapalhar o posicionamento do Brasil como *player* de destaque no mercado de H2V:

- **Concorrência mundial:** De acordo com (GIZ, 2021), países como Austrália, Coreia do Sul, Holanda e Estados Unidos possuem políticas arrojadas e iniciativas para descarbonização de setores da economia, tendo assim, metas arrojadas de incremento de uso do hidrogênio verde em substituição às fontes não renováveis bem como em novas aplicações *Power-to-X*. Ademais, países como Austrália e Chile têm demonstrado mais agilidade no planejamento e implementações de ações em toda cadeia de valor para produção, exportação e consumo local de H2V.
- **Limitada disponibilidade de linhas de financiamento:** Devido a ausência de regras claras para se investir no setor de hidrogênio verde no país, ainda há uma carência de linhas de financiamento para desenvolvimento de novos projetos, limitando-se a projetos de P&D e aporte de capital a fundo perdido.

5. CONCLUSÕES

O Brasil desponta como um dos países mais promissores para mercado de H2V no mundo. Isso deve-se ao fato de possuir uma das mais diversas matrizes renováveis do mundo. Assim como qualquer mercado em formação, é necessário identificar seus pontos positivos e negativos. Para tanto, esse trabalho apresentou uma análise SWOT, elencando três pontos positivos



XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANEJAMENTO ENERGÉTICO

Os desafios do Planejamento Energético

24 a 26 de agosto de 2022

internos (forças) e externos (oportunidades), assim como dois pontos negativos internos (fraquezas) e externos (ameaças) para o mercado brasileiro de H2V.

Como resultado para os fatores internos, as forças identificadas foram a diversidade da matriz elétrica renovável no país, o interesse político e engajamento de entidades brasileiras com órgãos internacionais e a quantidade de centros de pesquisa e laboratórios no país, enquanto as fraquezas foram as ausências de arcabouço regulatório e de capacidade técnica em H2V no país.

Ademais, quanto aos fatores externos, as oportunidades identificadas foram a demanda por hidrogênio verde, tanto mundial, como local e a expansão do mercado de gás natural no Brasil (aumento da malha de gasodutos. Por fim, as ameaças identificadas foram a concorrência mundial com outros players e a baixa disponibilidade de linhas de financiamento para projetos de H2V.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, T. M.; MIGUEL, O. R.; BORTONI, E. C. Definição De Número De Grupos Geradores Com Diferentes Potências Em Centrais Hidrelétricas. XXVI XXVI SNPTEE, 2022, Rio de Janeiro

AZEVEDO, J.; CAMPELLO, R. Produção, Armazenamento, Transporte e Uso Final do Hidrogênio Rio de Janeiro, 2021.

BRAGA, S. LEAL. Produção, Armazenamento e Transporte de Hidrogênio. Rio de Janeiro: Rio de Janeiro, 2021

COLAUTO, R. D.; MECCA, M. S.; LEZANA, G. A. Gestão Governamental: Análise SWOT em Estudo Situacional de um Município de Minas Gerais. João Pessoa:

COP26. *Together for our planet.*

Disponível em: <https://together-for-our-planet.ukcop26.org/>

Acesso em: 31/05/2022



XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANEJAMENTO ENERGÉTICO

Os desafios do Planejamento Energético

24 a 26 de agosto de 2022

DAS DORES, A. A Economia do Hidrogênio: Cenário Global, Rio de Janeiro, 2021.

EPE. Bases para a Consolidação da Estratégia Brasileira do Hidrogênio, Rio de Janeiro, 2021

EPE. Hidrogênio Turquesa: Produção a partir da pirólise do gás natural, 2021

GIZ. Mapeamento do Setor de Hidrogênio Brasileiro Panorama Atual e Potenciais para o Hidrogênio Verde. Brasília, 2021

HYDROGEN COUNCIL. Caminho para o hidrogênio competitividade Uma perspectiva de custo. 2020

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY - IEA. The Future of Hydrogen - Seizing today's opportunities, 2020

JOSHI, A. S.; DINCER, I.; REDDY, B. V. *Exergetic assessment of solar hydrogen production methods*. International Journal of Hydrogen Energy, v. 35, n. 10, p. 4901–4908, 2010.

MME. Programa Nacional do Hidrogênio - PNH2 - Propostas e Diretrizes. Brasília: 2021

MME. Plano Decenal de Expansão de Energia - 2031. Brasília, 2021

SANT'ANA, T. S. et al. Plano de desenvolvimento institucional - PDI Um guia de conhecimentos para as Instituições Federais de Ensino. Alfenas: 2017

UNIFEI. UNIFEI foi escolhida por agência Alemã para a receber Usina de Hidrogênio.

Disponível em: <https://unifei.edu.br/blog/unifei-foi-escolhida-por-agencia-alema-para-a-receber-usina-de-hidrogenio>.

Acesso em: 31/05/2022.

VALENTE, A.; IRIBARREN, D.; DUFOUR, J. Harmonised life-cycle indicators of nuclear-based hydrogen. International Journal of Hydrogen Energy, v. 46, n. 57, p. 29724–29731, ago. 2021.





XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANEJAMENTO ENERGÉTICO

Os desafios do Planejamento Energético

24 a 26 de agosto de 2022

VELAZQUEZ ABAD, A.; DODDS, P. E. *Green hydrogen characterisation initiatives: Definitions, standards, guarantees of origin, and challenges. Energy Policy*, v. 13, 2020.

