

PERSPECTIVAS DO DESENVOLVIMENTO DO HIDROGÊNIO VERDE NA TRANSFORMAÇÃO DO PORTO DE PECÉM COMO HUB PORT NACIONAL

PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF GREEN HYDROGEN IN THE TRANSFORMATION OF THE PORT OF PECÉM INTO A NATIONAL HUB PORT

JUAN CAVALCANTI TEIXEIRA (FATEC RUBENS LARA)
juanteixeira01@fatec.sp.gov.br

VANESSA BATISTA DA SILVA (FATEC RUBENS LARA)
silvia148@fatec.sp.gov.br

YURI MIRANDA ARTSENK (FATEC RUBENS LARA)
yuri.artsenk@fatec.sp.gov.br

RESUMO

O tema desenvolvimento sustentável tem sido de extrema importância mundial, uma alternativa para a descarbonização global é a implementação do Hidrogênio Verde (H2V), onde em alguns portos do mundo já vem sendo utilizados, a exemplo o Porto de Roterdã, na Holanda. O Porto de Pecém foi estudado e avaliado com grande potencial para o desenvolvimento do H2V; pelo fato do seu clima favorável para a geração de energia sustentável. Em parceria com o porto holandês estima-se as operações iniciarem no ano de 2025. A referida pesquisa tem como objetivo apresentar os benefícios e desafios da implementação do H2V com o intuito de chegar à emissão zero de carbono, baseando-se em um estudo comparativo ao Porto de Roterdã. A metodologia utilizada foi de revisão bibliográfica, análises quantitativa e qualitativa; com princípio comparativo com o porto holandês citado. Nesse contexto, realizar uma análise crítica referente as barreiras e contribuições que o H2V pode agregar no sistema portuário e meio ambiente.

PALAVRAS-CHAVE: Hidrogênio verde; Desenvolvimento sustentável; Porto de Pecém; Porto de Roterdã; Investimentos.

ABSTRACT

The issue of sustainable development has currently become extremely important worldwide. One alternative for global decarbonization is the implementation of Green Hydrogen (H2V), which has already been used in some ports around the world, such as the Port of Rotterdam in the Netherlands. The Port of Pecém has been studied and assessed as having great potential for the development of H2V, due to its favorable climate for generating sustainable energy. In partnership with the Dutch port, operations are expected to begin in 2025. This research aims to present the benefits and challenges of implementing H2V in order to achieve zero carbon emissions, based on a comparative study of the Port of Rotterdam. The methodology used was a literature review, quantitative and qualitative analysis; with a comparative

principle with the Dutch port mentioned. In this context, a critical analysis was made of the barriers and contributions that H2V can make to the port system and the environment.

KEYWORDS: Green hydrogen; Sustainable development; Port of Pecém; Port of Rotterdam; Investments.

1 INTRODUÇÃO

O Porto de Pecém é um complexo industrial localizado no Estado do Ceará, que passará a contribuir com a redução dos níveis globais de CO₂, e com o desenvolvimento do meio ambiente, evolução tecnológica e crescimento socioeconômico; pelo fato de estar recebendo grandes investimentos para iniciar a armazenagem, exportação e distribuição de Hidrogênio Verde (H₂V). O porto conta com uma ZPE o que facilita o início das exportações de H₂V, estimando-se que as operações comecem no ano de 2025.

Por ter um rápido crescimento e grande potencial para desenvolver-se pela sua área demográfica e clima favorável para gerar energia sustentável, a região Nordeste do Brasil possui uma excelente condição de vento e sol excessivo, o que proporciona um excelente ambiente para a produção do H₂V; sendo uma combinação ideal de energia eólica e solar. No ano de 2018 o Estado do Ceará estabeleceu uma parceria com o Porto de Roterdã para o gerenciamento e desenvolvimento, não só da área portuária, mas também do complexo industrial do Pecém. O seguinte tratado com o Porto de Roterdã propõe amplificar toda movimentação portuária, despertando outros investidores internacionais, impulsionando o desenvolvimento da região, alavancando os níveis de competitividade no mercado mundial.

Em razão do aumento de cargas no terminal de Pecém, foi constatada a necessidade de sua ampliação, uma vez que o porto demonstra caráter industrial, o que trouxe fluxos adicionais de movimentação de cargas containerizadas, bem como cargas fracionadas, “*break bulk*”. A expansão não poderia ser desenvolvida sem a observância das premissas de desenvolvimento sustentável e de obtenção de certificações internacionais, que norteiam os procedimentos técnicos, visando a preservação do meio-ambiente, gerando credibilidade frente as instituições internacionais envolvidas neste patamar.

Verificou-se ainda, a necessidade de planejamentos que envolvam a total integração das atividades industriais e portuárias e infraestrutura logística, sem perdas de lucratividade em curto ou médio prazo e com congruência aos acordos signatários internacionais. Em suma, a partir do desenvolvimento estrutural no Complexo de Pecém, ampliou-se a prospecção de novos negócios internacionais, a partir da utilização de energias renováveis, especialmente com a produção de H₂V que conseguirá frear impactos ambientais, gerar desenvolvimento da cadeia de H₂V e fomentar o desenvolvimento econômico regional, gerar empregos, renda e qualidade de vida.

Esta pesquisa tem como por objetivo geral estudar e demonstrar os conceitos e fundamentos da área de desenvolvimento sustentável, de forma a destacar a

importância da escolha e do uso de energias renováveis por parte de empresas. Como objetivo específico efetuar um estudo comparativo entre os portos de Pecém e Roterdã, no que tange ao uso de energias renováveis para uso no ambiente portuário, destacando em cada situação a forma e os resultados obtidos, de forma que tal estudo possa gerar uma análise crítica que traga evolução ao ambiente portuário e onde ele está inserido.

A metodologia dessa pesquisa se faz por um estudo comparativo com embasamento em técnicas metodológicas de revisão bibliográfica, análise qualitativa e análise quantitativa, e com esse levantamento de informações e dados trazer confiabilidade no tema proposto.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O conceito de Desenvolvimento Sustentável ou DS, se relaciona através da consciência ambiental, que é a consciencialização das relações entre o ser humano e a natureza. Ao que se refere a relação meio ambiente e desenvolvimento foi dado a partir da reunião de *Founex* (1971), na Suíça; onde reuniu especialistas de vários países, refletindo sobre a importância de incorporar o meio ambiente nas estratégias de desenvolvimento (FERREIRA, 2021).

A sustentabilidade empresarial é ligada com a imagem e o objetivo da empresa, visando que elas criem medidas para a proteção ambiental e econômica da própria instituição, sendo para atender seus clientes e, também e com o grande intuito de ganhar vantagem competitiva em cima dos seus concorrentes (PASSINI; LIMA, 2022).

Os estudos referentes ao H2V relatam a importância na descarbonização em diversos segmentos, assim visando definir as metas estabelecidas de baixa emissão de carbono. O H2V é produzido por eletrólise, que é quando a energia elétrica é transformada por energia química; através da eletricidade gerada por fontes de energias renováveis, como solar, eólica, hidráulica, entre outras (BEZERRA, 2021).

Com o objetivo de chegar à emissão zero de carbono o H2V vem impulsionando o investimento e desenvolvimento em energia limpa. Podendo reduzir a poluição do ar ao minimizar a emissão feita por combustíveis fósseis, e ainda agregar nas metas climáticas globais que vem sendo idealizadas (VILLAGRASA, 2023).

A Agenda 2030 é um plano que visa ações para pessoas e para o planeta, os objetivos que nela constam sobre áreas de extrema importância e cruciais para o planeta. Ela está determinada na proteção da degradação do meio ambiente, com questões sustentáveis para que se possa suprir as necessidades de gerações futuras (ONU, 2015). Diante dessa causa as Nações Unidas propõem alguns objetivos que contribuem para que se possa atingir a “Agenda 2030” de sustentabilidade. Esses objetivos fazem parte de uma ação para proteger o meio ambiente e o clima no contexto da sustentabilidade que o H2V proporciona (ONU, 2023).

De acordo com Fages *et al.*, (2023) o H2V tem o papel de descarbonizar os portos e indústrias, agregando com novas infraestruturas portuárias, através da produção, importação e reabastecimento de H2V nos próximos anos. Espera-se que

em poucos anos os portos utilizem sua infraestrutura, a posição geográfica e seus conhecimentos da área logística para minimizar as emissões de carbono, tornando-os um importante centro para o H2V.

O Complexo do Pecém chamou a atenção do Porto de Roterdã pelo fato da sua rápida evolução, que gerou uma parceria entre ambos, agregando isso com grande capacidade e eficiência competitiva no mercado internacional. Desde 2018, quando se firmou a parceria o Porto de Pecém atraiu mais investimentos internacionais, nos segmentos portuário e industrial. O principal porto da Europa, o Porto de Roterdã possui 30% de participação nos negócios, ocupando altos cargos administrativos. O investimento pelo porto holandês foi de aproximadamente de 75 milhões de Euros, auxiliando o Complexo do Pecém a se tornar um notável centro de operações logísticas e comerciais na região Nordeste do Brasil, consolidando-o como *Hub* marítimo (PECÉM, 2023).

O H2V tem sido considerado a principal matriz de energia renovável para o futuro. O Porto de Roterdã vem pesquisando e criando projetos em vários países na intenção de estabelecer relações com outros portos para o abastecimento, importação e distribuição de hidrogênio para Roterdã. Tendo como o principal projeto a parceria firmada com o Complexo Industrial Portuário do Pecém; tendo em vista ser o porto número um na importação de energia sustentável (URIBE; SWANSON, 2022).

No ano de 2021, o Porto de Pecém expressou a sua ambição em se tornar um forte contribuidor de H2V para o mundo; tendo condições excelentes para a geração de H2 Verde, contando com inúmeras fontes de energia solar e eólica e também uma ZPE (Zona Industrial de Exportação), bem desenvolvida. Valendo ressaltar que o país obtém cerca de 80% da sua eletricidade através de fontes renováveis, o que o torna um facilitador para esse tipo de processo (URIBE; SWANSON, 2022).

3 PRODUÇÃO DO H2V

O gás hidrogênio teve a sua origem de forma artificial no século XVI, entretanto as primeiras células de combustível e eletrolisadores, produtores de H2V através da eletricidade, foram fabricados por volta do século XIX. Anteriormente o preço dos eletrolisadores eram de custo elevado, porém isso mudou. O preço que era de aproximadamente de 3 milhões de euros passou a ser de meio milhão; assim o alavancador do custo do hidrogênio, que é produzido pela eletricidade representa três quartos de todo custeio de produção (SCHOENTGEN, 2018).

Com a diminuição dos valores de eletricidade verde, o preço menos elevado do H2V tende a aproximar-se da realidade; com isso chegar a um custo de produção similar a energia solar e eólica de acordo com o aumento do volume de produção, agregando com isso um melhor desempenho (SCHOENTGEN, 2018).

A produção de H2V é a partir de fontes de energias renováveis que é a energia solar e eólica, sem produzir gás carbônico. Suas etapas começam com a molécula de água que é dividida nos gases de oxigênio e hidrogênio, pela eletricidade, conhecido como “eletrolise da água”. Todo processo de fabricação é realizado através da transformação da água em gases de oxigênio e hidrogênio,

tornando-o sem emissões de gases poluentes (LARA; RICHTER, 2023).

O H2V se faz essencial no percurso da extinção de combustíveis fósseis, visando a emissão zero de carbono. A aplicabilidade na área industrial é possível pelo fato de poder ser transportado e armazenado com uma maior facilidade, por exemplo em oleodutos e também na forma líquida como combustíveis, usado principalmente pelos modais aéreo e marítimo (VILLAGRASA, 2023).

3.1 Os Benefícios e a Aplicabilidade do H2V

O H2V possui diversos tipos de benefícios como sendo uma fonte energética totalmente renovável e não poluente, assim se tornando, e se consolidando como o combustível do futuro. Apresentando benefícios muito relevantes na descarbonização da economia global, sendo uma fonte completamente sustentável, não produzindo gases que causam poluição no processo de produção ou combustão. Seu potencial de armazenamento ainda oportuniza a aplicabilidade em diversos segmentos em momentos distintos. A sua versatilidade produz em conversão em eletricidade e também em combustíveis sintéticos, suprimindo os setores do comércio, industrial e mobilidade (PORTAL DA INDÚSTRIA, 2023).

E o H2V não é tóxico e sua produção é realizada sem barulhos, e evitando a poluição sonora. Dessa maneira é demonstrado o ganho econômico para desenvolver a região que a produz, proporcionando naturalmente empregos e lucratividade para a nação (PORTAL DA INDÚSTRIA, 2023).

A relevância que o H2V tem na sua aplicação é enorme, pois, se tornará relevante onde a eletrificação não será possível em alguns anos, como por exemplo os transportes que são muito pesados e que percorrem longas distâncias que é o caso dos modais aéreo e marítimo. Nesse aspecto, a uma tecnologia chamada “*power-to-gas*” que é a escolha mais acertada no sentido de ser proveniente de energias renováveis para sua produção (LARA; RICHTER, 2023).

Como combustível pode substituir o petróleo ou gás natural sendo queimado ou convertido em eletricidade para o transporte de cargas pesadas, mas também pode ser aplicado no transporte público e locomotivas também, tendo os motores de combustão de hidrogênio, sendo um grande benefício de fonte de energia renovável e sustentável. Seguindo neste aspecto, o H2V pode produzir a amônia e o metanol verde, o combustível de carbono neutro, que é obtido somente pela eletricidade verde e de energias renováveis, sendo vantajoso pois é um elemento fácil de se ter e está agregado em diversos produtos químicos, como é no caso o amoníaco, sendo totalmente armazenado e transportado, não poluindo o meio ambiente com carbono (LARA; RICHTER, 2023).

Entretanto o H2V possui aspectos negativos que se faz válido ressaltar; o custeio de energia para produzir o hidrogênio através de eletrólise, tem um valor muito excessivo a outros tipos de energia, assim tornando-se mais caro para produzi-lo. Outro ponto de atenção são os gastos energéticos que a produção do H2V tem em relação a outros combustíveis. Por ser um elemento inflamável e de grande instabilidade, exige-se um cuidado muito elevado com a segurança, afim de evitar possíveis riscos de explosões e diversos outros tipos de acidentes (IBERDROLA, 2023).

3.2 Novo Hub Port no Brasil

Os portos de Pecém e Roterdã firmaram um acordo em 2018, de cooperação onde Roterdã se torna coproprietária de Pecém. O objetivo principal é o desenvolvimento de projetos energéticos como o *Hub Port*, bem como o desenvolvimento portuário logístico e a ligação ao interior do Estado do Ceará. Do outro lado, o Porto holandês pretende se tornar o pioneiro na economia europeia de H2V (PECÉM, 2023).

Conforme Magalhães (2010), neste sistema de *Hub Port* a proposta é fazer com que grandes navios tenham operação em poucos portos, sendo estes concentradores ou *hubs*, gerando uma estratificação dos portos de escala, gerando assim vantagem econômica. E ainda de acordo com Figueiredo (2001), as grandes companhias de navegação optam por operar em *Hubs Ports* já que movimentam grandes volumes de containers no menor tempo e com tarifas mais atraentes de mercado.

O *Hub* de H2V do Complexo de Pecém visa fornecer área e infraestrutura para o desenvolvimento do novo polo de produção de energia limpa. Dentre as áreas delimitadas e que atuarão de modo operacional e sistêmico, sendo: plantas industriais, área de tancagem e faixa de infraestrutura, a fim de viabilizar a atividade produtiva de H2V no referido *Hub*. O empreendimento a ser implantado, bem como os projetos de desenvolvimento de H2V torna o Ceará como o protagonista no processo industrial de produção de energia verde, que poderá ser utilizada em substituição aos combustíveis fósseis, trazendo, com esta implantação grandes vantagens socioambientais às fontes utilizadas atualmente, pois atuarão no processo de descarbonização do planeta (PECÉM, 2023).

O Complexo Industrial e Portuário do Pecém foi reconhecido como uma área muito positiva para a produção de H2V, por causa do clima altamente favorável de ventos e sol escaldante. O Estado do Ceará dispõe um vasto potencial para desenvolver a geração de energia renovável, tendo um ponto inicial para que ocorra um comércio de H2V; contando ainda com toda a capacidade instalada e, seu potencial medido em instalações de fontes renováveis que são a eólica e fotovoltaicas, suprido ainda pela riqueza do Estado que interliga essas fontes solar e eólica, tornando-o em uma etapa híbrida, sendo o lugar ideal para tal investimento (PECÉM, 2023).

No *Hub* do Porto de Roterdã, a Autoridade Portuária tem trabalhado em intensão de transformá-lo em um *Hub* Internacional e porto energético europeu, atuando em projetos que consolidem a importação, produção, aplicação e transporte de hidrogênio para outros países do Noroeste da Europa (ROTTERDAM, 2023).

No que tange a competitividade portuária, o acordo já estabelecido com o gigante porto holandês trará a expansão quanto a movimentação portuária, atrairá ainda outros players internacionais, o que beneficiará diretamente o desenvolvimento da região e aumentar a sua competitividade no mercado mundial (PECÉM, 2023).

O Porto de Pecém será o grande responsável no recebimento de matérias-primas e pelo escoamento da produção do H2V, uma das grandes vantagens

competitivas é a ZPE que oferece benefícios fiscais aos exportadores, para as *tradings companies* e empresas correlatas. Os benefícios fiscais se estendem com a isenção de impostos federais, estaduais, municipais para negócios e principalmente para as exportações (PECÉM, 2023).

3.3 Impactos do Tripé da Sustentabilidade

Dentro do tripé da sustentabilidade existem alguns atributos que são vistos e valorizados por organizações e governos, visando o desenvolvimento sustentável principalmente no aspecto de descarbonização. Uma das estratégias utilizadas no tripé é o *ESG (Environmental, Social and Governance)* e em português *ASG (Ambiental, Social e Governança)*, que são práticas e normativas que os investidores utilizam para efetuar uma avaliação dos seus futuros investimentos (NORONHA; MARTINS, 2022).

No quesito social o Complexo do Pecém por possuir sua ZPE que produz aço, fertilizantes e petroquímicos se faz um grande utilizador de H2V. Isso faz com que haja um potencial grande de geração de emprego e renda em torno do município; e com as indústrias presentes se gera um maior desenvolvimento e integração social, proporcionando aos cidadãos uma melhor qualidade de vida (FILHO, 2022).

Um outro fator que ocorrerá é a especialização de mão de obra na região, por causa dos investimentos aplicados e por novas responsabilidades de cargos que deverão ser ocupados que aqueles cidadãos não possuem, tendo nesse aspecto o início dos investimentos serão propostos nas Universidades e no ensino médio contando com cursos técnicos, com o intuito de preencher essa nova etapa da cadeia de produção do H2V (FILHO, 2022).

Economicamente a implementação do *Hub* de H2V terá efeitos de grande proporção nos negócios locais e do país, em decorrência do seu alto potencial, levando também em consideração a tendência que o mundo está buscando como matriz energética para se ter o menor impacto de emissões no meio ambiente. Entre diversos indicadores econômicos destaca-se o setor de serviços que está associado ao PIB (Produto Interno Bruto), a renda per capita, taxa de ocupação e a arrecadação tributária gerando o crescimento econômico (CEARÁ, 2023).

Nos aspectos ambientais, conforme pesquisas e análises realizadas na área da implantação do empreendimento, ocorrerá a supressão de vegetação onde será posta a estrutura e as instalações necessárias do *Hub* de H2V; assim acarretando no desmatamento das áreas de preservação, ocasionando impactos na biodiversidade. Outro fator que afetará significativamente é a contaminação do ar por causa das substâncias e produtos químicos que serão utilizados nas operações de construção e ainda correr os riscos de incidentes e acidentes ambientais com esse tipo de exercício (CEARÁ, 2023).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em geral, o tema H2V terá muito que ser avaliado e estudado até a sua total implementação, o Complexo do Pecém situado no Estado do Ceará, foi apresentado

nesta pesquisa seu grande potencial de desenvolvimento nesse segmento de energia renovável. O Estado do Ceará possui condições ideais para as operações de eletrolisadores, onde a energia solar e a energia eólica são fatores primordiais para obter o H2V. Esse cenário trouxe uma parceria vantajosa na competitividade da área, onde o Porto de Roterdã tornou-se acionista obtendo 30% do Complexo do Pecém, e assim atuando com vários outros parceiros para o desenvolvimento de uma rede de grande escala de H2V no Complexo Portuário do Pecém (PECÉM, 2021).

No que tange a economia do H2V, o Porto de Roterdã pretende torna-se o “Hub de H2V da Europa”. A partir de importações de grandes volumes de H2V vinda de países onde possuem maior espaço para gerar energia eólica e solar, sendo o caso do Complexo do Pecém (PECÉM, 2021).

O Porto de Roterdã tem em vista o término de toda a sua infraestrutura do parque de conversão do H2V prevista para 2030, atingindo assim a Agenda ODS. No entanto o Complexo do Pecém prevê a instalação de uma planta de produção e comercialização de H2V, com o objetivo de iniciar a sua produção em 2025, e atingir 1,3 milhão de toneladas até 2030 (PECÉM, 2021; ROTTERDAM, 2023).

Conforme pesquisas realizadas na implementação do H2V no mundo, estima-se que a procura interna desse segmento aumente em aproximadamente 14 Mt (Toneladas/métricas), por ano até 2050; com isso o Porto de Roterdã por ser um dos pioneiros da produção do H2V, necessitará importar a maior parte de hidrogênio. Nessa situação exige-se terminais e complexos industriais apropriados para toda cadeia produtiva do H2V. Com toda essa perspectiva o Complexo do Pecém encontra-se em desenvolvimento com a finalidade de atingir as metas idealizadas por toda proporção do H2V (PECÉM, 2021; ROTTERDAM, 2020).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa demonstra a expansão das práticas do Desenvolvimento Sustentável no ambiente portuário, destacando os principais conceitos e fundamentos da utilização de energias renováveis, apontando para o papel que o H2V trará ao mercado mundial, visando os impactos positivos e negativos da inserção no âmbito empresarial portuário.

No amplo entendimento da referida pesquisa observamos o comparativo do Porto de Roterdã ao Porto de Pecém, no quesito da implementação de toda cadeia de H2V, proporcionando a integração industrial junto ao Complexo Portuário. De modo geral, podendo utilizar esta pesquisa com a finalidade de realizar pesquisas futuras que irão contribuir nesse tema em questão, que atualmente é um assunto ainda em desenvolvimento no Sistema Portuário Brasileiro, sendo o Porto de Pecém o pioneiro nessa implementação de H2V, que o Porto de Roterdã está investindo como um *Hub Port*.

Portanto, estudos aprofundados do H2V deverão ser realizados para se obter uma análise mais crítica sobre a implementação dessa energia renovável e, sua viabilidade estrutural, ambiental e sócio-econômica; e assim podendo ter a decisão estratégica mais assertiva ao cenário apresentado.

REFERÊNCIAS

BEZERRA, Francisco Diniz. **Hidrogênio verde: nasce um gigante no setor de energia**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, ano 6, n.212, dez. 2021. (Caderno Setorial ETENE)

CEARÁ. **HUB de Hidrogênio Verde - Complexo do Pecém - CE**. RIMA - Relatório de Impacto Ambiental. Ceará, p. 128. 2023.

FAGES, Emmanuel *et al.* Ports and green hydrogen: Match made in heaven? **Roland Berger**, 2023. Disponível em: <https://www.rolandberger.com/en/Insights/Publications/Ports-and-green-hydrogen-Match-made-in-heaven.html>. Acesso em: 19 set. 2023.

FERREIRA, José Francisco de Carvalho. **Desenvolvimento Sustentável: apontamentos sobre o conceito**. 1ª. ed. Maringá: UNIEDULSUL, v. I, 2021.

FIGUEIREDO, Gustavo Soares. **O Papel dos Portos Concentradores na Cadeia Logística Global**, Rio de Janeiro, 25 set. 2001. 8. Disponível em: https://abepro.org.br/biblioteca/enegep2001_tr11_0464.pdf.

FILHO, Sérgio da Silva Ribeiro. **Avaliação dos impactos econômicos, sociais e ambientais da produção de hidrogênio verde com ênfase no processo de fermentação anaeróbia**. 2022. 58 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) - Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2022.

IBERDROLA. O hidrogênio verde: uma alternativa para reduzir as emissões e cuidar do nosso planeta. **Iberdrola**, 2023. Disponível em: <https://www.iberdrola.com/sustentabilidade/hidrogenio-verde#:~:text=Maior%20gasto%20de%20energia%3A%20a,para%20evitar%20fugas%20e%20explos%C3%B5es>. Acesso em: 30 set. 2023.

LARA, Daniela Mueller de; RICHTER, Marc François. **Hidrogênio Verde: A Fonte de Energia do Futuro**, Rio Grande do Sul, 26, Abril 2023. 5-24. Disponível em: <https://periodicos.ufpa.br/index.php/ncn/article/viewFile/12746/10175#:~:text=Tamb%C3%A9m%20conhecido%20como%20hidrog%C3%AAnio%20renov%C3%A1vel,HIE TE%3B%20SAPIO%2C%202021>.

LARA, Daniela Mueller de; RICHTER, Marc François. **Hidrogênio Verde: a fonte de energia do futuro**, Rio Grande do Sul, 26, Abril 2023. 24. Disponível em: <https://periodicos.ufpa.br/index.php/ncn/article/viewFile/12746/10175>.

MAGALHÃES, Petrônio Sá Benevides. **Transporte Marítimo - Cargas, Navios, Portos e Terminais**. 1ª. ed. São Paulo: Aduaneiras, v. I, 2010.

MENEZES, Afonso Henrique Novaes *et al.* **Metodologia Científica Teoria e Aplicação na Educação a Distância**. 1º. ed. Petrolina: UNIVASF, v. 1º, 2019.

NORONHA, Matheus ; MARTINS, Juliano. **Inovação e Sustentabilidade para a Transição Energética**. 1ª. ed. São Paulo: Clássica, v. I, 2022. ISBN 978-65-87965-47-5.

ONU. Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. **Nações Unidas Brasil**, 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/91863-agenda-2030-para-o-desenvolvimento-sustent%C3%A1vel>. Acesso em: 23 set. 2023.

ONU. Sobre o nosso trabalho para alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil. **Nações Unidas Brasil**, 2023. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 23 set. 2023.

PASSINI, Aline ; LIMA, Clayton dos Santos. Sustentabilidade. **UFSM**, 2022. Disponível em: <https://www.ufsm.br/app/uploads/sites/570/2022/03/06.-SUSTENTABILIDADE-1.pdf>. Acesso em: 23 set. 2023.

PECÉM. Complexo do Pecém e White Martins assinam Memorando de Entendimento para implantação do HUB de Hidrogênio Verde. **Complexo do Pecém**, 2021. Disponível em: <https://www.complexodopecem.com.br/complexo-do-pecem-e-white-martins-assinam-memorando-de-entendimento-para-implantacao-do-hub-de-hidrogenio-verde-no-ceara/>. Acesso em: 26 set. 2023.

PECÉM. HUB DE HIDROGÊNIO VERDE DO COMPLEXO DO PECÉM. **Complexo do Pecém**, 2023. ISSN 1º. Disponível em: <https://www.complexodopecem.com.br/wp-content/uploads/2022/08/Pecem-Factsheet-H%C2%B2V-Port.pdf>. Acesso em: 01 set. 2023.

PECÉM. Porto de Roterdã como Parceiro. **Complexo do Pecém**, 2023. Disponível em: <https://www.complexodopecem.com.br/porto-de-roterda-como-parceiro/>. Acesso em: 19 set. 2023.

PORTAL DA INDÚSTRIA. Hidrogênio Verde. **Portal da Indústria**, 2023. Disponível em: <https://www.portaldaindustria.com.br/industria-de-a-z/hidrogenio-verde/>. Acesso em: 14 set. 2023.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. 2ª. ed. Novo Hamburgo: FEEVALE, v. 2º, 2013.

ROTTERDAM. Rotterdam boosts hydrogen economy with new infrastructure. **Port of Rotterdam**, 2020. Disponível em: <https://www.portofrotterdam.com/en/news-and-press-releases/rotterdam-boosts-hydrogen-economy-new-infrastructure>. Acesso em: 24 set. 2023.

ROTTERDAM. HYDROGEN IN ROTTERDAM: Which Rotterdam parties are making the transition to hydrogen? **Port of Rotterdam**, 2023. Disponível em: <https://www.portofrotterdam.com/en/port-future/energy-transition/ongoing-projects/hydrogen-rotterdam>. Acesso em: 25 set. 2023.

ROTTERDAM. Realisation of green energy generation park (hydrogen conversion park). **Port of Rotterdam**, 2023. Disponível em: <https://www.portofrotterdam.com/en/building-port/ongoing-projects/realisation-of-green-energy-generation-park-hydrogen-conversion-park>. Acesso em: 24 set. 2023.

SCHOENTGEN, Rafael. The green hydrogen revolution has started, and it won't be stopped. **World Economic Forum**, 2018. Disponível em: <https://www.weforum.org/agenda/2018/11/the-green-hydrogen-revolution-has-started-and-won-t-be-stopped/>. Acesso em: 23 set. 2023.

URIBE, Duna ; SWANSON, Mônica. Green hydrogen corridors transforming the future. **Port of Rotterdam**, 2022. Disponível em: <https://www.portofrotterdam.com/en/news-and-press-releases/green-hydrogen-corridors-transforming-the-future>. Acesso em: 19 set. 2023.

VILLAGRASA, Delia. **Hidrogênio Verde: critérios-chave de sucesso para o comércio e produção sustentáveis**, Rio de Janeiro, I, 5 Junho 2023. 52. Disponível em: <https://br.boell.org/pt-br/2023/06/05/hidrogenio-verde-criterios-chave-de-sucesso-para-o-comercio-e-producao-sustentaveis>. Acesso em: 23 set. 2023.

ZANELLA, Liane Carly Hermes. **Metodologia de Pesquisa**. 2ª. ed. Santa Catarina: UFCS, v. 2º, 2013.