
Faculdade de Tecnologia Nilo De Stéfani
Trabalho de Graduação

CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA “PAULA SOUZA”

FACULDADE NILO DE STÉFANI DE JABOTICABAL - SP (Fatec-JB)

CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM BIOCOMBUSTÍVEIS

HIDROGÊNIO VERDE E SUAS PERSPECTIVA DE UTILIZAÇÃO

BRUNA VIEIRA

PROFA. ORIENTADORA: DRA. VIVIANE FORMICE VIANNA

JABOTICABAL, S.P.

2023

BRUNA VIEIRA

HIDROGÊNIO VERDE E SUAS PERSPECTIVA DE UTILIZAÇÃO

Trabalho de graduação (TG) apresentado à Faculdade de Tecnologia Nilo De Stéfani de Jaboticabal (Fatec-JB), como parte dos requisitos para a obtenção do título de Tecnóloga em **Biocombustíveis**.

Orientadora: Profa. Dra. Viviane Formice Vianna

JABOTICABAL, S.P.

2023

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Vieira, Bruna
Hidrogênio Verde e suas perspectiva de utilização/Bruna Vieira. Jaboticabal:
Fatec Nilo de Stéfani, 2023.

Orientador(a):Prof^a Viviane Formice Vianna

Trabalho (graduação) – Apresentado ao Curso de Tecnologia em
Biocombustíveis, Faculdade de Tecnologia Nilo de Stéfani - Jaboticabal, 2023.

1.Biocombustíveis.2.Fonte de Energia.3.Sustentabilidade. Formice,
Viviane. Hidrogênio Verde e suas perspectiva de utilização.

BRUNA VIEIRA

HIDROGÊNIO VERDE E SUAS PERSPECTIVA DE UTILIZAÇÃO

Trabalho de Graduação (TG) apresentado à Faculdade de Tecnologia Nilo de Stéfani de Jaboticabal (Fatec-JB), como parte dos requisitos para a obtenção do título de Tecnóloga em **Biocombustíveis**.

Orientador: Profa. Dra. Viviane Formice Vianna

Data da apresentação e aprovação: 13/06/2023

MEMBROS COMPONENTES DA BANCA EXAMINADORA

Presidente e Orientador: Profª.Dra.Viviane Formice

Faculdade de Tecnologia Nilo de Stéfani de Jaboticabal (Fatec-JB)

Segundo membro da banca examinadora: Profº Esp. Julio Cesar de Souza

Faculdade de Tecnologia Nilo de Stéfani de Jaboticabal (Fatec-JB)

Terceiro membro da banca examinadora: Profº Marcio Cristian Sandro dos Santos

Faculdade de Tecnologia Nilo de Stéfani de Jaboticabal (Fatec-JB)

Local: Faculdade de Tecnologia Nilo de Stéfani de Jaboticabal (Fatec-JB)

Jaboticabal – SP – Brasil

HIDROGÊNIO VERDE E SUAS PERSPECTIVA DE UTILIZAÇÃO

GREEN HYDROGEN AND ITS USE PERSPECTIVES

Bruna Vieira (aluno)^I
Viviane Formice Vianna (orientador)^{II}

RESUMO

O objetivo deste estudo foi demonstrar o potencial do hidrogênio verde como fonte de energia. Para tal foi realizado uma busca em diversos bancos de dados utilizando descritores associados ao tema entre os anos de 2018 a 2023. A partir das informações obtidas, nota-se que a busca pelo desenvolvimento sustentável ao redor do mundo, tem levado a humanidade a procura de fontes renováveis de energia, como os biocombustíveis. Dentre os avanços tecnológicos no setor de energias surge o hidrogênio verde, uma fonte alternativa aos combustíveis fósseis que pode produzir elevados índices de energia por eletrólise da água, utilizando energias renováveis na sua produção, tendo como resíduo apenas vapor d'água. Tem uma ampla variedade de aplicações como transporte, indústria e energia elétrica, sendo uma opção promissora para a transição energética global, desde que aumente sua eficiência de produção e reduza o custo de produção. Assim, a expectativa é de que o uso do hidrogênio verde aumente significativamente nos próximos anos, impulsionando o desenvolvimento de novas tecnologias e a criação de novos empregos no setor. Isso pode contribuir para a melhoria da qualidade de vida das pessoas e para a redução das emissões de gases de efeito estufa, ajudando a mitigar os efeitos das mudanças climáticas.

Palavras-chaves: Biocombustíveis. Fonte de Energia. Sustentabilidade.

ABSTRACT

The aim of this study was to demonstrate the potential of green hydrogen as an energy source. For this, a search was carried out in several databases using descriptors associated with the theme between the years 2018 to 2023. From the information obtained, it is noted that the search for sustainable development around the world has led humanity to seek renewable energy sources such as biofuels. Among the technological advances in the energy sector, green hydrogen appears, an alternative source to fossil fuels that can produce high levels of energy by electrolysis of water, using renewable energies in its production, with only water vapor as a residue. It has a wide variety of applications such as transport, industry and electricity, being a promising option for the global energy transition, as long as it increases its production efficiency and reduces the production cost. Thus, the expectation is that the use of green hydrogen will increase significantly in the coming years, boosting the development of new technologies and the creation of new jobs in the sector. This can contribute to improving people's quality of life and reducing greenhouse gas emissions, helping to mitigate the effects of climate change.

Keywords: Biofuels. Power supply. Sustainability.

1 INTRODUÇÃO

A busca por novas fontes de energia se baseia diretamente na busca por um ambiente mais sustentável. Esse conceito de sustentabilidade é a tentativa de conciliar o desenvolvimento econômico e social com a manutenção/preservação do meio ambiente. Acredita-se que, se o ser humano continuar a impactar negativamente nos ecossistemas, em alguns séculos pode não existir mais vida no planeta Terra (MILANES *et al.*, 2021).

Uma das principais medidas advindas da sustentabilidade é a busca por novas fontes de energia, que visam sobrepor aos combustíveis fósseis, promovendo assim um menor grau de poluição, uma vez que as fontes renováveis, são consideradas energias limpas (GOMES *et al.*, 2018; DE SOUZA *et al.*, 2020).

Os biocombustíveis começaram a ganhar destaque e notoriedade, pois são originados de organismos biológicos, com maior destaque para os obtidos das plantas, como é o caso do etanol, ou os de fontes de matéria orgânica em decomposição como o biogás. No Brasil, a maior parte da energia utilizada é de fonte renovável e estima-se que mais de 20% do combustível consumido seja de origem biológica (MILANES *et al.*, 2021; BRASIL, 2021).

Contudo, novas fontes são sempre bem-vindas quando o quesito é energia limpa, baixa emissão de carbono, alta eficácia e preservação do meio ambiente. Frente a isso, uma das alternativas que vem ganhando grande notoriedade e que apresenta vantagens inclusive sobre os biocombustíveis atuais é o hidrogênio verde (DOS SANTOS; DE SÁ RODRIGUES; CARNIELLO, 2021).

O hidrogênio verde é assim chamado por ser produzido por meio da eletrólise da água, sem a emissão de nenhum tipo de poluente, sendo então considerado sustentável, pois é produzido a partir de fontes renováveis, como a energia eólica, geotérmica, solar e outras, liberando apenas vapor d'água (BEZERRA, 2021). Algumas das aplicações do hidrogênio verde incluem transporte, indústria e energia elétrica. Portanto, o objetivo deste estudo foi demonstrar o potencial do hidrogênio verde como fonte de energia.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

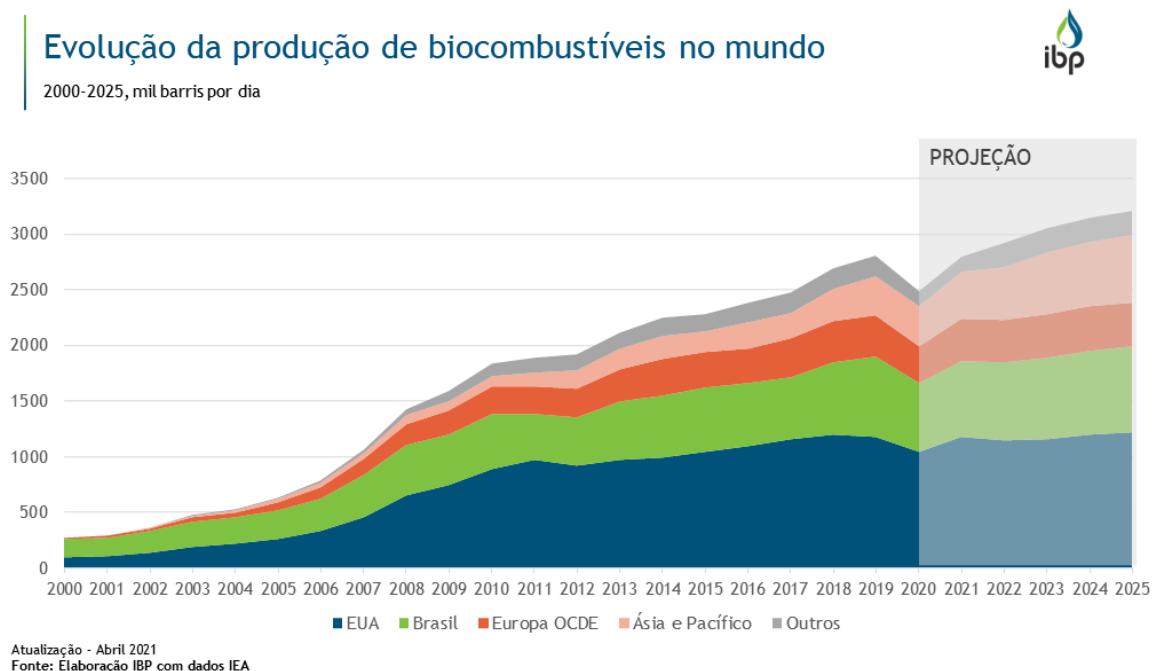
2.1 Biocombustíveis no mundo

Os biocombustíveis vêm ganhando cada vez mais notoriedade ao redor do mundo e seu consumo e crescimento de produção é cada vez mais expressivo. De acordo com o Ministério de Minas e Energia, estima-se que cerca de 20% dos combustíveis consumidos no Brasil já são biocombustíveis e a partir da Política Nacional de Biocombustíveis (RENOVABIO) estima-se

que novas fontes de energia sejam incorporadas substituindo cada vez mais os combustíveis de origem fóssil (LAZARRO; THOMAZ, 2021; BRASIL, 2021)).

No mundo, o consumo de biocombustíveis também cresceu demasiadamente, estima-se que entre 2010 e 2019 houve um incremento de 10 vezes na produção em relação ao ano inicial e aponta-se os Estados Unidos como o principal produtor, representando cerca de 42,4% do montante de mais de 2,7 milhões de barris por dia. O crescente uso de biocombustíveis tem ajudado a reduzir os níveis de emissão de dióxido de carbono (CO₂), um dos principais gases do efeito estufa, contudo a queima incompleta deste tipo de material ainda promove uma produção de CO₂ embora seja menos acentuada (ROMEIRO; SIMÕES; KURITA, 2021). O IBP (Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás) ainda faz previsões este consumo deve aumentar nos próximos anos e a figura a seguir mostra a evolução da produção de biocombustíveis no mundo (Figura 1), o que reflete a busca da sociedade pela sustentabilidade em todos os processos contemporâneos.

Figura 1: Evolução da produção de biocombustíveis no mundo



Fonte: IBP,2021.

2.2 Sustentabilidade

A sustentabilidade é hoje um dos principais vieses e mecanismos que interligam economia-ambiente-sociedade em pilares que visam conduzir as políticas adotadas não só pelos governos, mas também pelas empresas objetivando a preservação e bem-estar do meio

ambiente. Este quesito de sustentabilidade começou a ganhar destaque na década de 80 e a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Eco-92), realizada no Rio de Janeiro no ano de 1992 foi um dos marcos para o desenvolvimento sustentável com o surgimento de metas e mecanismos que deveriam ser adotados para garantir a manutenção saudável do ambiente e conciliar práticas que levem ao crescimento econômico, mas de forma segura e não prejudicial aos ecossistemas (GOMES *et al.*, 2018).

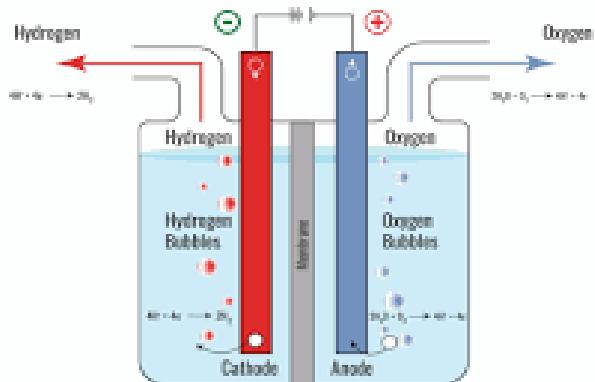
Desde então novas políticas públicas e métricas tem sido desenvolvidas e evoluem ao longo do tempo, visando a utilização de combustíveis de fontes renováveis uma vez que são cada vez menos poluentes, colaborando assim para a qualidade e bem estar do mundo (DE SOUZA *et al.*, 2020).

2.3 Hidrogênio Verde

O Hidrogênio é o elemento mais abundante no universo e uns dos mais presente na terra, mas raramente é obtido diretamente na natureza, ele está sempre em combinação com outros elementos, sendo assim é preciso algum processo para separação do mesmo. A obtenção do hidrogênio verde ocorre por meio da eletrólise (Figura 2) que consiste na decomposição de duas moléculas existente na água H_2O , hidrogênio e oxigênio. A água utilizada para esse processo contém sais e minerais para conduzir a eletricidade, dois eletrodos um positivo e um negativo submersos na água e conectados a uma fonte de energia renovável (Eólica ou Solar), onde cria uma corrente contínua (Figura 3). A dissociação de hidrogênio e oxigênio ocorre quando os eletrodos atraem íons de cargas opostas entre si. O resultado desse processo é o chamado hidrogênio verde, uma fonte de energia limpa, uma vez que só libera água na forma de vapor, e não produz dióxido de carbono (CO_2) ou seja, é 100% sustentável o que pode se converter no combustível perfeito (BARROSO, 2021).

O hidrogênio verde pode ser encontrado tanto na forma gasosa quanto líquida, dependendo das condições de temperatura e pressão. A principal diferença entre ambas as formas é no armazenamento. O hidrogênio gasoso é mais simples de ser armazenado, sendo necessário apenas do compressor e um vaso de alta pressão, porém exige maior cuidado no manuseio devido à sua alta inflamabilidade. Já o hidrogênio líquido, que precisa ser mantido a uma temperatura extremamente baixa, pode ser armazenado em tanques criogênicos, que necessitam de isolamento térmico e, portanto, podem ser mais complexos e custosos de serem construídos e mantidos. (L.L.MORAES,2022)

Figura 2: Ilustração Eletrólise da Água

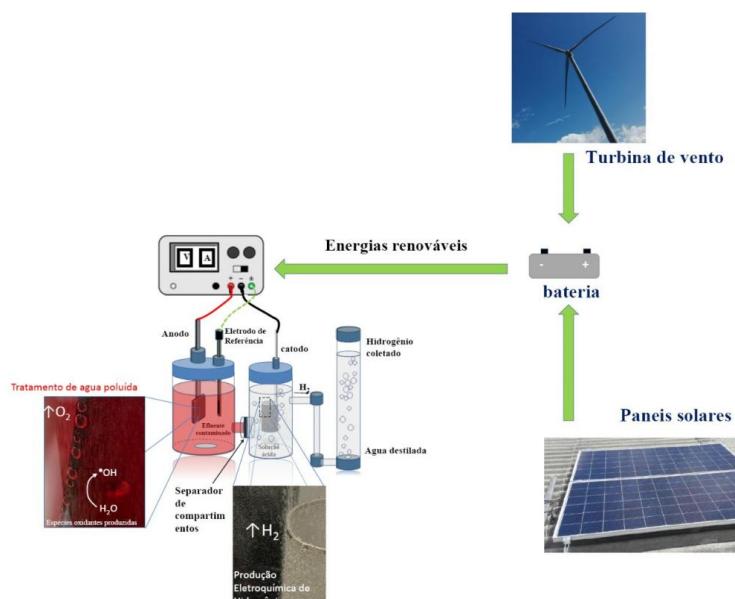


Electrolysis of water

Fonte: VECTEEZY, 2023

A alta densidade de energia em massa, o peso leve e a fácil conversão eletroquímica do hidrogênio permitem que ele carregue energia através de regiões geográficas por meio de dutos ou na forma de combustíveis líquidos, como amônia em navios de carga (SADIK-ZAKA, 2021; HOELZEN et al., 2022).

Figura 3: Processo da produção da eletrólise da água e tratamento da água contaminada.



Atualização: 2021

Fonte: UFRN, 2021.

O hidrogênio tem o potencial de preencher lacunas no esforço de descarbonização porque possui uma flexibilidade inerente tanto quanto quanto portador de energia não emissiva (DE NOBREGA *et al.*, 2022). De acordo com os cálculos a seguir, projeta-se que a demanda global de hidrogênio pode atingir mais de 2,3 Gt por ano, em comparação com os 88 Mt por ano usados hoje (PINHO *et al.*, 2022). Isso nos leva a propor uma nova “economia de hidrogênio verde em uma sociedade de energia renovável (OLIVEIRA; BEWICK; YAN, 2021).

Os mais ferrenhos oponentes a esta filosofia respondem que o hidrogênio não terá lugar prático como uma futura tecnologia de energia devido aos altos custos de produção e ineficiências em sua conversão de e para eletricidade (PAIVA, 2022). Esses cientistas argumentam que os esforços inovadores devem se concentrar diretamente nas tecnologias de energia renovável e bateria, eliminando o hidrogênio como intermediário. Há um grande número de áreas que a energia renovável não pode alcançar sem uma ponte, enquadrando o hidrogênio como um player significativo com um forte valor de mercado em um futuro 100% renovável (OLIVEIRA; BEWICK; YAN, 2021; HOELZEN *et al.*, 2022).

A produção de hidrogênio verde mundial tem aumentado rapidamente nos últimos anos, graças a uma série de fatores, incluindo a crescente demanda por energia limpa e renovável. Países como os Austrália, Alemanha, Holanda, China, Arábia Saudita e Chile lideram o caminho na produção de hidrogênio verde, utilizando diferentes tecnologias, como células de combustível a hidrogênio, células a combustível de álcool, eletrólise, combustão de biomassa e produção de hidrogênio a partir de fontes renováveis.

2.4. As aplicações do hidrogênio verde

O hidrogênio verde pode ser utilizado como matéria-prima renováveis, usado como reagente para a produção de combustível sintético ou convertido de volta em eletricidade por meio de células de combustível, ele pode ser utilizado em uma ampla variedade de aplicações, tanto em setores industriais quanto em transportes (Figura 4). (PAIVA, 2022). Algumas das aplicações do hidrogênio verde incluem:

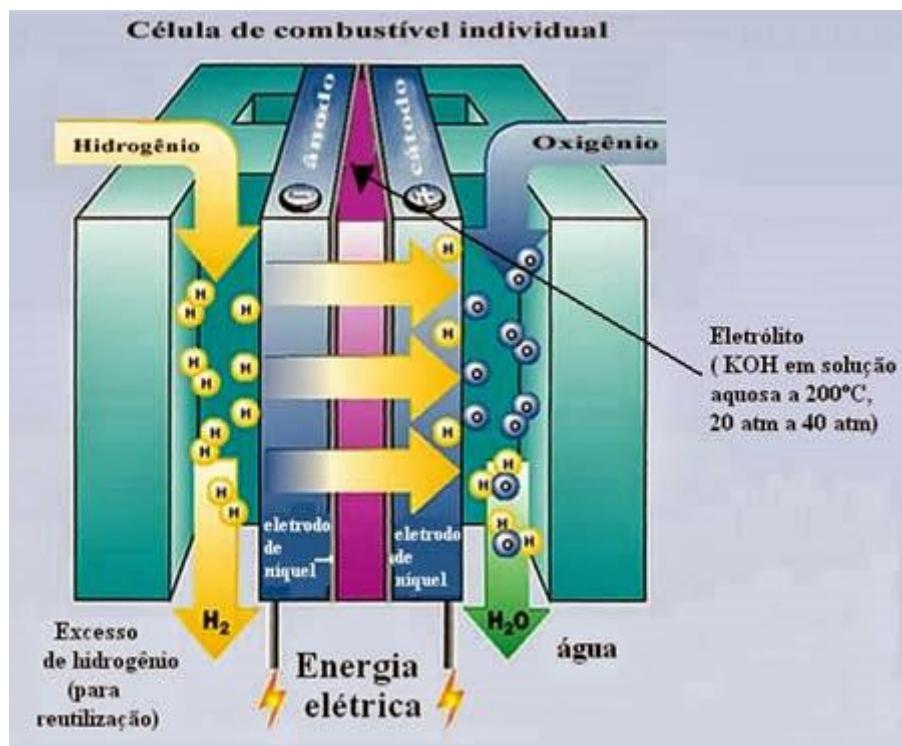
Figura 4: Aplicações do Hidrogênio



Fonte: Revista Eletrônica de jornalismo científico, 2021.

- **Transporte:** o hidrogênio verde pode ser utilizado como combustível para veículos movidos por célula de combustível, que combinam hidrogênio com oxigênio para gerar eletricidade e alimentar um motor elétrico. Esses veículos não emitem dióxido de carbono, apenas água e vapor, tornando-se uma alternativa bastante promissora aos motores a combustão. (Ex: Carros; ônibus e caminhões)
- **Indústria:** o hidrogênio verde pode ser utilizado como fonte de energia ou como reagente em processos químicos industriais. É possível utilizar hidrogênio para a produção de amônia ou metanol, por exemplo, que são utilizados como produtos químicos ou combustíveis.
- **Geração de energia elétrica:** o hidrogênio verde pode ser utilizado para gerar eletricidade em centrais elétricas alimentadas por células de combustível. Essas centrais podem ser utilizadas como fonte de energia para cidades ou indústrias, por exemplo. Para converter hidrogênio de volta em eletricidade, é necessário utilizar uma célula de combustível, que combina hidrogênio com oxigênio para gerar eletricidade e produzir água como subproduto (Figura 5). A reação é bastante eficiente e não emite poluentes, tornando-se uma alternativa limpa e sustentável para geração de energia elétrica.

Figura 5: Ilustração da Célula de combustível



Fonte: ALCATEIADERACIOCINIOS, 2013.

A capacidade de armazenamento de energia de longo prazo do hidrogênio em tanques ou cavernas subterrâneas o torna uma das únicas tecnologias verdes que podem armazenar energia ao longo das estações (BEZERRA, 2021). Com isso, muitos cientistas e economistas passaram a sugerir que num futuro o gás será a principal solução na batalha contra as mudanças climáticas. Alguns acreditam que o hidrogênio servirá como a principal tecnologia de armazenamento de energia, o combustível de aquecimento central e o principal combustível de transporte para carros, caminhões, aviões e muito mais (TAIBI *et al.*, 2020; PINHO *et al.*, 2022).

A utilização em massa do hidrogênio verde não é uma realidade distante; em vez disso, a atual economia do hidrogênio crescerá para sustentar a demanda futura. Primeiro, o hidrogênio verde deve ser implementado em setores como a indústria de síntese química, onde atualmente há uma demanda significativa por hidrogênio globalmente, 96% do qual é hidrogênio 'cinza' produzido a partir de petróleo, carvão e reforma de metano a vapor (RAMPRAKASH *et al.*, 2021).

Segundo De Lara e Ritcher (2023), o hidrogênio poderá ajudar a descarbonizar o setor de transporte com veículos pesados e com célula de combustível de longo alcance, bem como

o setor de edifícios e aquecimento por meio da mistura com gasodutos de gás natural para aquecimento. A longo prazo, o hidrogênio pode ter uma presença maior no setor de transporte se for usado para produzir eletro combustíveis (e-combustíveis) para aplicações de aviação e pode ser usado para gerar calor de alta qualidade para processos industriais. Neste ponto, também penetrará no setor elétrico, servindo como método de armazenamento sazonal de energia e reduzindo o corte de energia renovável para permitir a descarbonização quase total do setor energético (BEZERRA, 2021; PAIVA, 2022).

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

Este estudo se caracteriza como uma revisão da literatura, método utilizado pelo seu potencial em sintetizar resultados acerca de um determinado tópico. Para sua elaboração seguir-se as etapas recomendadas: definição do tema e elaboração da questão de pesquisa; delimitação dos critérios de inclusão; identificação dos estudos pré-selecionados e selecionados; categorização dos estudos selecionados; análise e interpretação dos resultados; e apresentação da revisão/síntese do conhecimento.

A partir disso, foi realizado uma busca no banco de dados, Google Acadêmico (www.scholargoogle.com) e Scielo (www.scielo.br). Na qual, foi utilizado como descritores de busca “Energia renovável”, “Hidrogênio verde”, “Sustentabilidade”, “Impactos” e “Importância”. Os artigos coletados estão entre os anos de 2018 até janeiro de 2023, além disso foram considerados trabalhos nos idiomas português e inglês.

Como critérios de inclusão foram observados a veracidade dos fatos, o conteúdo presente em cada trabalho, uma avaliação dos títulos e resumos, bem como, o ano de publicação e o tipo de publicação. Foram considerados capítulos de livro, artigos originais, artigos experimentais, artigos de revisão e artigos referentes a sites governamentais de confiabilidade. Além disso, foram considerados trabalhos entre os anos de 2018 até 2023. Os artigos foram analisados quanto a informação contida, além de estarem ou não diretamente ligados a temática abordado.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao final da busca foram encontrados trabalhos divididos entre BVS (n=247); Google Acadêmico (n=63) e Scielo (n = 12). Ao total foram encontrados 322 trabalhos associados com o tema, 237 foram excluídos por não se encaixarem nos critérios de seleção utilizados, restando

assim 25 trabalhos. Destes 25, foram excluídos pelo título e pelo resumo 15 trabalhos, restando assim 10 artigos que foram incluídos nesta revisão.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O hidrogênio verde é uma opção promissora para a transição energética global, uma vez que é renovável, limpo e versátil em suas aplicações. As perspectivas para o uso do hidrogênio verde são positivas, uma vez que vários países têm desenvolvido estratégias para incentivar sua produção e uso em diversos setores, como transporte, indústria e geração de energia. No entanto, para que o hidrogênio verde possa se consolidar como uma alternativa viável, é necessário superar alguns desafios, como a baixa eficiência na produção e o alto custo em comparação com outras fontes de energia. Além disso, é importante garantir a sustentabilidade de sua produção, considerando-se o consumo de água e a utilização de energia renovável em todo o processo. Mesmo com esses desafios, a expectativa é de que o uso do hidrogênio verde aumente significativamente nos próximos anos, impulsionando o desenvolvimento de novas tecnologias e a criação de novos empregos no setor. Isso pode contribuir para a melhoria da qualidade de vida das pessoas e para a redução das emissões de gases de efeito estufa, ajudando a mitigar os efeitos das mudanças climáticas.

REFERÊNCIAS

BARROSO, A. M. R.; ROCHA, B. V. S.; MEIRELES FILHO, M. R. G. Obtenção do Hidrogênio verde a partir de energias renováveis. *Revista Arte, Ciência e Tecnologia*, 2021. Disponível em: <https://cet.edu.br/files/pages/95/artigo.pdf>. Acesso em 25 mai. 2023.

BEZERRA, F. D. Hidrogênio verde: nasce um gigante no setor de energia. *Caderno Setorial ETENE*, v.6, n. 212, 2021.

COELHO, J.M. BRASIL. **Produção de Biocombustíveis**. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/noticias/energia-minerais-e-combustiveis/2021/07/brasil-avanca-no-setor-de-biocombustiveis>. Acesso em: 17.mai 2023.

GOMES, C. A. Energias Renováveis e Sustentabilidade. *Revista Eletrônica da PGE-RJ*, v. 1, n. 1, 2018.

HOELZEN, J. ; Silberhorn, D.; Zill; T.; Bensmann, B.; Hanke-Rauschenbach, R . Hydrogen-powered aviation and its reliance on green hydrogen infrastructure—review and research gaps. *International Journal of Hydrogen Energy*, v.47, n.5, p. 3108-3130, 2022.

IBP. **Produção de biocombustíveis no mundo.** Disponível em: <https://www.ibp.org.br/observatorio-do-setor/snapshots/evolucao-da-producao-de-biocombustiveis-no-mundo/>. Acessado em 20.maio.2023.

KUTIANSKI J.R.L.; SIMÕES, A. F.; MASSAO, R.K. Inter-relações entre políticas de estímulo aos biocombustíveis, eficiência energética e mitigação das mudanças climática: Uma análise sinérgica com foco no Programa Brasileiro RenovaBio. **Latin American Journal of Energy Research - LAJER**, v. 8, n. 1, p. 46-58, 2021.

LARA, D.; M. RICHTER, M. F. Hidrogênio verde: a fonte de energia do futuro. **Novos Cadernos NAEA**, v. 26, n. 1, p. 413-436, 2023.

LAZARO, L. L. B.; THOMAZ, L. F. A Participação de stakeholders na formulação da política brasileira de biocombustíveis (RenovaBio). **Ambiente & Sociedade**, v. 24, 2021.

MATRIZ ENERGETICA. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/amp/geografia/matriz-energetica-brasileira.htm>. Acesso em: 08 jun. 2023

MILANEZ, A. Y.; MAIA, G.B.S., GUIMARÃES, D.D. FERREIRA, C.L.A. **Biocombustíveis de aviação no Brasil: uma agenda de sustentabilidade**, 2021. Disponível em: https://web.bnDES.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/22048/1/PR_Biocombustiveis%20de%20Avia%C3%A7%C3%A3o%20no%20Brasil_Revista%20BNDES_n.%2056.pdf. Acesso em: 01 mai 2023

NÓBREGA, M. F. R . Hidrogênio Verde: uma revisão de processos de produção do hidrogênio oriundos de fontes renováveis de energia. **Natural Resources**, v. 12, n. 2, 2022.

OLIVEIRA, A. M.; BESWICK, R. R.; YAN, Y. A green hydrogen economy for a renewable energy society. **Current Opinion in Chemical Engineering**, v. 33, 2021.

PAIVA, S.S. M. **Produção de hidrogênio verde ambientalmente sustentável**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2022.

PINHO, H.J.O.; LOPES, L. M. O.; COELHO, P.; FRAZÃO, P.C.; PANDA,R. Inteligência para a Sustentabilidade das Cidades. **Ciências da Sustentabilidade em Língua Portuguesa-XXIII Encontro de Estudos Ambientais dos Países de Língua Portuguesa**, v. 15, p. 378-381, ano; 2022.

PORTAL HIDROGÊNIO VERDE. Disponível em: [\(https://www.h2verdebrasil.com.br/estrategias-e-roadmap-internacionais/](https://www.h2verdebrasil.com.br/estrategias-e-roadmap-internacionais/), s.d.). Acesso em: 01.jun.2023.

RAMPRAKASH, B.; LINDBLAD, P. EATON-RYE, J.J.; INCHAROENSAKDI,A. Current strategies and future perspectives in biological hydrogen production: A review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v.168,2022.

SADIK-ZADA, E. R. Political economy of green hydrogen rollout: A global perspective. **Sustainability**,v.13, n.23, 2021.

SANTOS, R. M.; SÁ RODRIGUES, M.; CARNIELLO, M. F. Energia e sustentabilidade: panorama da matriz energética brasileira. **Scientia: Revista Científica Multidisciplinar**, v. 6, n. 1, p. 13-33, 2021.

MORAES, L. L. de. **O cenário do hidrogênio verde: uma revisão como suporte ao recente interesse surgido em indústrias e governos na região.** 2022. 71f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Mecânica)- Unidade Acadêmica do Cabo de Santo Agostinho, Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2022.

SOUZA, G. B.; SOUZA, M.B.; SANTOS, W. A. S. QUEIROZ, T.L.; PINHEIRO, A.V.U.; PAIVA, A.G.; BRITO, R.P.; JESUS, E.S. PEREIRA-Junior, A. Energias renováveis e as alternativas das matrizes energéticas sustentáveis. In JESUS, E.S. PEREIRA-Junior, A.; RIBEIRO, J.M.F. **As múltiplas visões do meio ambiente e os impactos ambientais.** Uniedusul Editora, 2020, p. 07-23.

TAIBI, E. **Green hydrogen cost reduction.** 2020.

APÊNDICE A – TERMO DE ORIGINALIDADE

TERMO DE ORIGINALIDADE

Eu, Bruna Vieira, RG:**00000000000**, CPF:**00000000000**, aluno(a) regularmente matriculado(a) no **Curso Superior de Tecnologia em Biocombustíveis**, da Faculdade de Tecnologia Nilo De Stéfani de Jaboticabal (Fatec-JB), declaro que meu trabalho de graduação intitulado **HIDROGÊNIO VERDE E SUAS PERSPECTIVA DE UTILIZAÇÃO** é **ORIGINAL**.

Declaro que recebi orientação sobre as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), que tenho conhecimento sobre as Normas do Trabalho de Graduação da Fatec-JB e que fui orientado sobre a questão do plágio.

Portanto, estou ciente das consequências legais cabíveis em caso de detectado PLÁGIO (Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, que altera, atualiza e consolida a legislação sobre direitos autorais, publicada no D.O.U. de 20 de fevereiro de 1998, Seção I, pág. 3) e assumo integralmente quaisquer tipos de consequências, em quaisquer âmbitos, oriundas de meu Trabalho de Graduação, objeto desse termo de originalidade.

Jaboticabal/SP, 13 de Junho de 2023.

BRUNA VIEIRA

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus, que fez com que meus objetivos fossem alcançados, durante todos os meus anos de estudos.

Aos meus pais, irmãos, namorado, que me incentivaram nos momentos difíceis e compreenderam a minha ausência enquanto eu me dedicava a realização deste trabalho.

Aos amigos, que sempre estiveram ao meu lado, pela amizade e pelo apoio demonstrado ao longo de todo o período de tempo.

A professora Viviane, por ter sido minha orientadora e ter desempenhado tal função com tanta dedicação.

Aos professores, pelas correções e ensinamentos que me permitiram apresentar um melhor desempenho no meu processo de formação profissional ao longo do curso, por todos os conselhos, pela ajuda e pela paciência com qual guiaram o meu aprendizado

Aos meus colegas de curso, com quem convivi intensamente durante os últimos anos, pela troca de experiências que me permitiram crescer não só como pessoa, mas também como formando.

À instituição de ensino FATEC JB, essencial no meu processo de formação profissional, pela dedicação, e por tudo que aprendi ao longo dos anos do curso.