

ESCOLA ESTADUAL CORONEL CASIMIRO OSÓRIO

ENERGIA VERDE EM MOVIMENTO

Produzindo Energia do Hidrogênio

Itajubá, MG

2024



Pedro Arthur dos Santos

Rinald Diery Macedo

Sophia da Silva Costa

Ana Alice Nogueira Rezende

Cristiano Augusto de Souza

Luiz Vagner da Silva Junior

ENERGIA VERDE EM MOVIMENTO

Produzindo Energia do Hidrogênio

Relatório apresentado à 8ª FEMIC - Feira Mineira de Iniciação Científica.

Orientação da Prof.^a Ana Alice Nogueira Rezende e coorientação de Cristiano Augusto de Souza e Luiz Vagner da Silva Junior.

Itajubá, MG

2024



RESUMO

Com o aumento global das emissões de gases poluentes e a dependência de combustíveis fósseis, a busca por fontes de energia alternativas e menos prejudiciais tornou-se urgente. O hidrogênio verde, produzido pela eletrólise da água utilizando energia de fontes renováveis, surge como uma solução promissora para mitigar os impactos ambientais negativos associados às fontes tradicionais de energia. Esse processo, que separa o hidrogênio do oxigênio na água, pode fornecer uma alternativa limpa e sustentável para a matriz energética global. O trabalho proposto é resultado do projeto de iniciação científica realizado na Escola Estadual Coronel Casimiro Osório. Envolve uma visão inovadora e educativa sobre o hidrogênio verde, destacando sua importância como uma alternativa sustentável às fontes de energia tradicionais. Ao entenderem o papel das tecnologias sustentáveis e a importância da pesquisa científica, os alunos são mais propensos a se envolverem em esforços para promover um futuro mais sustentável. Essa conscientização é crucial para preparar a próxima geração de líderes inovadores que enfrentarão os desafios ambientais do futuro. Será apresentada uma compreensão prática e teórica sobre como tal fonte de energia pode ser produzida e utilizada, incluindo o manuseio de equipamentos de baixo custo, em grande parte produzidos pela equipe com materiais de descarte. A proposta principal é proporcionar uma experiência educacional rica e diversificada, que estimule o interesse pela ciência e tecnologia, promovendo habilidades de pesquisa, enquanto aumenta a conscientização ambiental. É uma oportunidade valiosa para inspirar e preparar a próxima geração de cientistas e cidadãos conscientes.

Palavras-chave: Hidrogênio verde, energia renovável, sustentabilidade, educação científica



SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	5
2 JUSTIFICATIVA	6
3 OBJETIVO GERAL	7
4 METODOLOGIA	8
5 RESULTADOS OBTIDOS	10
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	12
REFERÊNCIAS	13



1 INTRODUÇÃO

Com economias globais dependentes de fontes energéticas fósseis e o aumento das emissões de gás carbônico, se faz necessário a substituição destas fontes poluidoras, criando o interesse pelo hidrogênio. Conforme reconhecido em protocolos e cartas geradas em conferências ambientais, realizadas desde o ano de 1972, com a primeira Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano realizada em Estocolmo, Suécia, de 5 a 16 de junho (ONU). Estabelecer metas e colocá-las em prática é o desafio do século XXI, podemos citar como referência os “Objetivos de Desenvolvimento Sustentável - ONU”, onde se observa no objetivo VII a meta de “Assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e o preço acessível para todas e todos.” (ONU, 2015).

A busca por fontes sustentáveis e limpas tem sido um dos principais desafios da humanidade nas últimas décadas. O hidrogênio, por ser o elemento mais abundante no universo, apresenta-se como uma alternativa promissora. A possibilidade de extrair energia a partir da quebra da molécula de água (H_2O), separando o hidrogênio do oxigênio, tem atraído a atenção de cientistas, engenheiros e entusiastas ao redor do mundo.

O hidrogênio verde é considerado uma das mais promissoras fontes de energia renovável para o futuro, sendo produzido através da eletrólise da água utilizando energia proveniente de fontes renováveis, como solar e eólica. Este processo resulta em uma energia limpa, que não emite gases de efeito estufa, contribuindo significativamente para a redução da poluição atmosférica e o combate às mudanças climáticas.

Rabaey e Ragauskas (2020), destacam a capacidade de ser uma alternativa sustentável aos combustíveis fósseis, cuja queima é a principal responsável pela emissão de CO_2 , um dos principais gases de efeito estufa. A produção pode ser realizada de maneira sustentável, sem a liberação de poluentes, quando alimentada por fontes renováveis.

Gielen, Boshell, e Saygin (2019) destacam que a utilização de hidrogênio verde pode reduzir drasticamente a emissão de poluentes atmosféricos em áreas urbanas, melhorando a qualidade do ar e contribuindo para a saúde pública. A alternativa são fontes de energia renováveis que buscam meios mais limpos e de menor impacto



ambiental, entre essas fontes encontram-se: a energia solar, eólica e geotérmica, que são formas de aproveitar os recursos naturais.

A Escola Estadual Coronel Casimiro Osório tem como missão formar cidadãos conscientes de seus direitos e deveres, promovendo sucesso no ensino-aprendizagem e valores como solidariedade e respeito às diferenças.

Para atingir um futuro sustentável, os alunos perceberam que é preciso fazer algo, para a mudança acontecer não tão distante da E. E. Cel. Casimiro Osório, propondo a produção do hidrogênio a partir da água, uma fonte segura de energia limpa e sustentável.

Nesse sentido, os estudantes perceberam a necessidade de agir para promover mudanças próximas à E. E. Cel. Casimiro Osório. Como solução, eles sugeriram um trabalho de pesquisa sobre a produção de hidrogênio por eletrólise a partir da água, uma fonte segura de energia limpa e renovável, em busca de um futuro mais sustentável.

Este relatório descreve um estudo realizado entre 2023 e 2024 tem como objetivo oferecer conhecimentos significativos e práticos que capacitem os educandos a contribuir para um mundo mais sustentável, promovendo a substituição de fontes de energia não renováveis por energias limpas e verdes.

Embora não tenhamos conseguido fazer um carro se movimentar com essa tecnologia devido a restrições financeiras, os resultados obtidos mostraram que a viabilidade técnica é real e necessária para mudarmos as consequências tão sérias, no nosso planeta através da poluição, relacionada principalmente com a emissão de gases poluentes, como a gasolina, uma fonte não renovável.

2 JUSTIFICATIVA

O presente relatório tem como objetivo explorar a viabilidade da produção de hidrogênio verde por meio da eletrólise da água, destacando sua importância como fonte de energia limpa e sustentável. Diante da crescente preocupação com as mudanças climáticas e a poluição gerada pelas fontes de energia fósseis, a transição para alternativas renováveis se torna não apenas necessária, mas urgente.

A pesquisa realizada na Escola Estadual Coronel Casimiro Osório reflete a consciência ambiental e a proatividade dos alunos em buscar soluções que contribuam para um futuro mais sustentável. A escolha do hidrogênio como tema central de estudo



não é aleatória; trata-se de uma alternativa que, quando produzida de maneira sustentável, pode mitigar os impactos ambientais e promover a saúde pública, conforme destacado por diversos autores no referencial teórico.

Além disso, a proposta educacional da escola, que visa formar cidadãos críticos e comprometidos, encontra ressonância nas diretrizes dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU, especialmente no que diz respeito à promoção de acessibilidade e sustentabilidade energética.

Este relatório não apenas documenta um esforço educacional, mas também serve como um chamado à ação, enfatizando a necessidade de investimentos e políticas que incentivem a pesquisa e desenvolvimento de tecnologias sustentáveis. A produção de hidrogênio verde pode, assim, não apenas contribuir para a redução das emissões de gases de efeito estufa, mas também impulsionar a inovação e o desenvolvimento econômico, alinhando-se às demandas contemporâneas por um mundo mais limpo e saudável.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Introduzir técnicas básicas de extração de hidrogênio verde, promovendo a compreensão inicial de tecnologias sustentáveis e conscientizando os alunos sobre a importância da educação científica e ambiental.

3.2 Objetivos específicos

- Investigar métodos básicos de produção de hidrogênio verde, como a eletrólise da água, e suas aplicações práticas.
- Capacitar os alunos na utilização de equipamentos e processos fundamentais para a extração de hidrogênio verde.
- Promover a conscientização sobre os benefícios ambientais e econômicos do hidrogênio verde em comparação com fontes de energia convencionais.
- Desenvolver habilidades iniciais de pesquisa científica, incentivando a elaboração de projetos e relatórios simples baseados em experimentos práticos.



4 METODOLOGIA

O trabalho seguiu uma metodologia ativa, envolvendo os alunos em diversas etapas. Inicialmente, os estudantes participaram de leituras orientadas sobre o tema hidrogênio verde. Em seguida, foram incentivados a elaborar um pré-projeto, nos quais poderiam explorar diferentes aspectos da eletrólise e suas aplicações. A etapa seguinte consistiu na apresentação desse projeto seguida por demonstrações práticas, como a eletrólise salina da água, uma experiência que permitiu aos alunos observar diretamente o processo de separação dos elementos químicos.

Além disso, o envolvimento dos estudantes em programas científicos na escola é uma estratégia comprovada para aumentar o engajamento com as disciplinas de ciências e tecnologia (Freire, 2017), promovendo uma educação mais prática e conectada com os desafios contemporâneos.

Para enriquecer ainda mais o aprendizado, os alunos pesquisadores tiveram a oportunidade de participar de workshops externos, como o oferecido pela UNIFEI em 2023, e visita técnica para ver os carrinhos funcionando com o hidrogênio, ligado a energia solar, onde puderam interagir com especialistas e explorar mais profundamente as tecnologias discutidas, com o auxílio de uma mestrandia do Curso e diretamente ligada a primeira Usina de Hidrogênio verde, dentro da Universidade Federal de Itajubá.

A pesquisa sobre hidrogênio verde desenvolvido na Escola Estadual Coronel Casimiro Osório ao longo de 2023 e 2024 seguiu uma abordagem metodológica dinâmica e adaptativa, devido às diversas circunstâncias enfrentadas pelos alunos e professores envolvidos. A seguir, detalhamos as etapas metodológicas que guiaram a execução do programa.

Pesquisas e Levantamento Teórico

Inicialmente, os alunos foram incentivados a realizar pesquisas sobre o hidrogênio verde, uma fonte de energia limpa e sustentável, capaz de reduzir significativamente as emissões de dióxido de carbono na atmosfera (IRENA, 2020). Essas pesquisas, realizadas com o apoio de computadores disponibilizados em 2024,



permitiram um aprofundamento teórico sobre o tema, o que facilitou a compreensão dos conceitos e a elaboração de pré-projetos.

Experiência Prática: Eletrólise da Água

Uma parte fundamental do projeto foi a experiência prática com a eletrólise da água, um processo químico que permite a produção de hidrogênio a partir da água. A falta de aparelhos especializados em 2023 apresentou um desafio significativo, limitando as possibilidades de experimentação dentro da escola. Para superar essa limitação, os alunos participaram de um workshop na Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI), onde tiveram acesso a um laboratório de pesquisa sobre hidrogênio verde (Hv2). Essa experiência foi essencial para esclarecer dúvidas e permitir que os alunos visualizassem a aplicação prática dos conceitos estudados.

A metodologia do projeto, em maio de 2024, ganhou um fôlego novo, com a compra dos notebooks, assim ajustando o uso de computadores, que facilitou a realização de simulações e a pesquisa de soluções técnicas, incentivando ainda mais os alunos-pesquisadores.

Em 2024, já tivemos a experiência, com a colaboração de um professor da Escola, onde conseguimos ver como é possível tirar o hidrogênio da água, e até o final do projeto, pretendemos ainda, fazer um carrinho de brinquedo movimentar, com o uso do hidrogênio verde e com a chegada deste co-orientador, ao projeto, onde ele conseguiu fazer os passos da eletrólise, com materiais reciclados, foi possível acender uma luz, com a utilização do hidrogênio, mostrou que o caminho para a realização desta mudança, é viável.

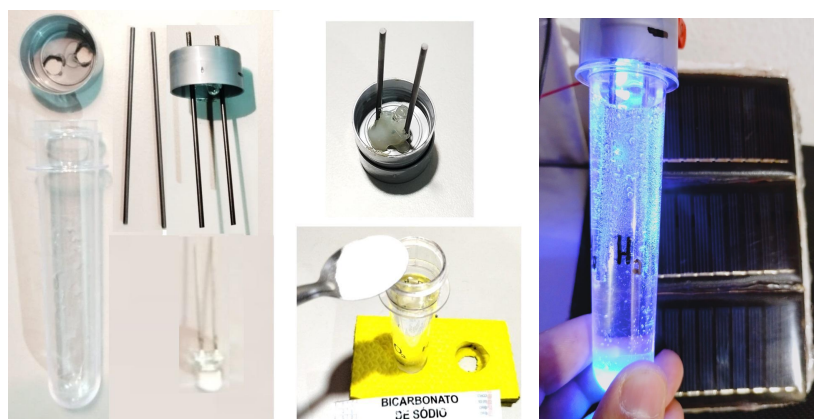


FIGURA 1 – Confeção e funcionamento do eletrolisador



5 RESULTADOS OBTIDOS

Os resultados do projeto foram bastante positivos, com os alunos demonstrando um interesse renovado pelas ciências e um melhor entendimento das questões ambientais e tecnológicas abordadas. A eletrólise, em especial, mostrou-se uma ferramenta eficaz para ilustrar os princípios básicos da química e física, além de suscitar discussões sobre sustentabilidade.

A interação com profissionais e a realização de atividades práticas foram fatores decisivos para o sucesso do projeto, alinhando-se com o referencial teórico que destaca a importância da aprendizagem ativa e contextualizada. No entanto, alguns desafios foram identificados, como a necessidade de maior tempo para a realização das atividades e a demanda por recursos materiais específicos para experimentos mais avançados.

Com o acesso Universal à Energia, pois quando os alunos pensaram em extrair o hidrogênio da água, para fazer movimentar um carro de brinquedo ou até um cortador de grama, foi possível ver que é possível desenvolver tecnologias de hidrogênio, contribuindo para a diversificação das fontes energéticas, melhorando a resiliência e acessibilidade energética.

O Aumento da Participação das Energias Renováveis, pois assim a produção de hidrogênio a partir de fontes renováveis ajuda a aumentar a participação dessas fontes na matriz energética global, não deixando que a economia diminua sua potência.

A eficiência energética, de acordo com pesquisas feitas, as células desse combustível são altamente eficientes, proporcionando mais energia útil por unidade de combustível utilizado, usando mais e gastando menos.

Assim contribuindo para a redução das Emissões de Gases de Efeito Estufa, pois a utilização de hidrogênio reduz as emissões de CO₂, contribuindo para aliviar e até diminuir as mudanças climáticas, como o aquecimento global, o derretimento das geleiras e etc.



FIGURA 2 – O hidrogênio armazenado durante o experimento gera energia para acender uma lâmpada de LED. A tensão medida nos eletrodos foi de 2,51 Volts.

O hidrogênio verde não libera dióxido de carbono (CO_2) durante sua produção ou uso, contribuindo diretamente para a diminuição do aquecimento global e uma das maiores vantagens do hidrogênio verde é sua capacidade de armazenar energia renovável. Isso é essencial para fontes intermitentes como a solar e a eólica, permitindo que a energia seja armazenada e utilizada quando necessário, garantindo um fornecimento contínuo.

O uso desta energia renovável está sendo cada vez mais explorado por governos e indústrias ao redor do mundo. Estima-se que ele possa desempenhar um papel crucial na descarbonização de setores difíceis de eletrificar, como o transporte pesado e a produção de aço.

Com este trabalho foi possível demonstrar a importância da Iniciação Científica e começando na Educação Básica, mesmo sendo um assunto novo, os alunos-pesquisadores, estudaram, aprenderam, interessaram e isso mudou até a atitude dentro da sala, ficando mais participativos, interessados, melhorando na hora das apresentações de trabalho, nas aulas invertidas, assim fazendo a tecnologia, sendo usada a favor da educação e não somente, para jogos ou redes sociais.

Mesmo tão jovens, na média de 13 a 15 anos, dos oitavos e nonos anos, doze alunos – pesquisadores- cientistas, foram capazes de realizar tamanha proeza, de se interessarem num problema global, com uma referência local, demonstrando que a geração Z, do século XXI, pode e deve fazer a diferença, com orientação, estudo e apoio da família, podem mudar o mundo.



6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A metodologia adotada no projeto sobre hidrogênio verde foi caracterizada por uma adaptação contínua aos recursos disponíveis e um forte enfoque na aprendizagem prática. A combinação de pesquisa teórica, experimentação prática e workshops externos, junto com a utilização de novas tecnologias como os computadores, tem sido fundamental para o avanço do projeto.

Após a primeira etapa do projeto realizada em 2023, que envolveu a criação de listas de materiais a serem adquiridos para realização das atividades, constatamos que não seria viável construir um cortador de grama movido a Hidrogênio, pois as placas necessárias para essa conversão precisam ser importadas o que contraria as regras das licitações do Estado de Minas Gerais. Embora o projeto do carrinho movido a hidrogênio não tenha sido concluído com sucesso, o trabalho realizado no âmbito do projeto ICEB- Energia Verde em movimento - Produzindo Energia do Hidrogênio, foi de enorme importância e proporcionou aprendizados significativos para todos os participantes.

O projeto Energia Verde em movimento - Produzindo Energia do Hidrogênio, na Escola Estadual Coronel Casimiro Osório atingiu seu objetivo de educar os alunos sobre tecnologias ambientais inovadoras e despertar seu interesse pela ciência e sustentabilidade. As atividades práticas e as interações com especialistas foram fundamentais para o sucesso da iniciativa, mostrando que o ensino de ciências pode ser significativamente enriquecido quando os alunos são engajados de maneira ativa e contextualizada.

Apesar das dificuldades financeiras (legislações de licitação) que limitaram a execução completa do projeto, os experimentos demonstraram que é possível extrair hidrogênio da água de maneira eficiente utilizando o método de eletrólise. A viabilidade de usar hidrogênio como combustível automotivo foi comprovada em nível experimental, mas a implementação prática requer investimentos significativos em infraestrutura e desenvolvimento tecnológico.



Investimentos em pesquisa e desenvolvimento são essenciais para superar os desafios técnicos e econômicos, tornando o hidrogênio uma opção viável e sustentável para o futuro energético do planeta. A produção de energia a partir do hidrogênio representa uma solução inovadora e sustentável para enfrentar os desafios energéticos globais, promovendo um futuro energético mais limpo e sustentável.

Este relato reforça a importância de parcerias entre academia, indústria e governo para a concretização de projetos que visam à sustentabilidade energética.

REFERÊNCIAS

BARTELS, J. R. Hydrogen Production from Renewable and Non-Renewable Energy Sources. Elsevier. 2011

FAPESP - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo. Um futuro com energia sustentável: iluminando o caminho. Tradução, Maria Cristina Vidal Borba, Neide Ferreira Gaspar. [Amsterdam]: InterAcademy Council ; [Rio de Janeiro]: Academia Brasileira de Ciências. p. 300, 2010.

FRANCHI, T.P. Utilização de células a combustível tipo PEM como alternativa na geração auxiliar em instalações elétricas de grande porte. São Paulo. 2009.

GIELEN, D., BOSHELL, F., & SAYGIN, D. The Role of Renewable Energy in the Global Energy Transformation. Energy Strategy Reviews, 24, 38-50. 2019

Hidrogênio verde é uma aposta mundial como um dos combustíveis limpos do futuro. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=taR03TCmeFk>. Acesso em fevereiro de 2023.

KOTHARI, R., BUDDHI, D., & SAWHNEY, R. L. "A comprehensive study on the production of hydrogen through water electrolysis." Journal of Energy Systems. 2022.



MACHADO, SÉRGIO A. S. Eletrólise da água. USP, São Carlos, 2020. Marcos ambientais: Linha do tempo dos 75 anos da ONU. 2020. Disponível em: <https://www.unep.org/pt-br/news-and-stories/story/environmental-moments-un75-timeline>. Acesso em: 12/07/2023.

O que você ainda precisa saber sobre o Hidrogênio Verde. Disponível em: <https://mitsidi.com/o-que-voce-ainda-precisa-saber-sobre-o-hidrogenio-verde/>. Acesso em 19 de agosto de 2024.

PAVLOVICH, K., & SGOURIDIS, S. Education for Sustainability: Investigating the Educational Outcomes of a Project-based Learning Approach. Sustainability, 4(9), 1799-1817. 2012.

RABAEY, K., & RAGAUSKAS, A. J. Hydrogen Production from Biomass: Recent Advances and Future Perspectives. Chemical Society Reviews, 49(14), 4263-4272. 2020.

Um futuro com energia sustentável: iluminando o caminho. Disponível em: <https://fapesp.br/publicacoes/energia.pdf>. Acesso em 18/02/2023.

ONU - Organização das Nações Unidas. Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. 2015. 49 p. Disponível em: <https://brasil.un.org/sites/default/files/2020-09/agenda2030-pt-br.pdf>. Acesso em: 11/07/2023.