

Nome: Kaique Barsotti Silva

Série: 3º Série

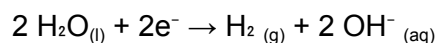
Produção de Hidrogênio Verde por Eletrólise Solar e sua Contribuição para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), estabelecidos pela Organização das Nações Unidas, constituem um esforço global para promover o desenvolvimento sustentável nas esferas ambiental, social e econômica. Nesse contexto, destacam-se o ODS 7 (Energia Acessível e Limpa), o ODS 9 (Indústria, Inovação e Infraestrutura) e o ODS 13 (Ação Contra a Mudança Global do Clima), que evidenciam a necessidade de transição para fontes energéticas renováveis, incentivo à inovação tecnológica e mitigação dos impactos ambientais. Nesse cenário, a química desempenha papel fundamental ao viabilizar soluções energéticas sustentáveis, como a produção de hidrogênio verde [1].

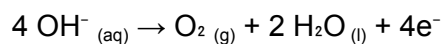
O hidrogênio verde configura-se como uma alternativa promissora para a transição energética, sendo produzido por meio da eletrólise da água com o uso de fontes renováveis. Segundo o pesquisador Fernando de Lima Caneppele, essa forma de energia apresenta grande potencial para reduzir a dependência de combustíveis fósseis e contribuir para a descarbonização da economia. Além disso, por atuar como um vetor energético, o hidrogênio permite o armazenamento e o transporte de energia, além de integrar fontes intermitentes, como a solar e a eólica, contribuindo para a estabilidade dos sistemas elétricos e para a diversificação da matriz energética [2].

Do ponto de vista químico, a produção de hidrogênio verde ocorre por meio da eletrólise da água, um processo eletroquímico não espontâneo no qual a aplicação de uma diferença de potencial promove reações de oxirredução responsáveis pela decomposição da água em hidrogênio e oxigênio gasosos. Nesse sistema, o bicarbonato de sódio desempenha papel fundamental como eletrólito, pois se dissocia parcialmente em solução aquosa, fornecendo íons que aumentam a condutividade iônica do meio e possibilitam o fluxo de corrente elétrica entre os eletrodos. A reação da produção de gás hidrogênio por eletrólise da água pode ser representada por: [3]

No cátodo (reação de redução):



No ânodo (reação de oxidação):



Reação Global:



Estudos na área de eletrólise indicam que a eficiência do processo está diretamente relacionada à condutividade do meio, aos materiais dos eletrodos e às condições operacionais, evidenciando a conversão de energia elétrica em energia química armazenada nas ligações de hidrogênio. [3]

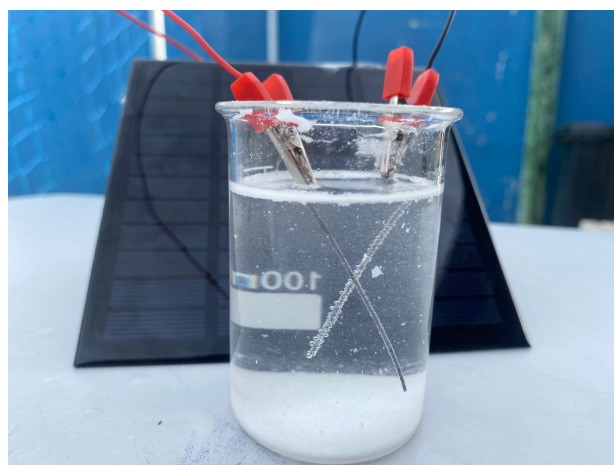
A fim de demonstrar a aplicabilidade desse processo, foi desenvolvido um sistema experimental de eletrólise utilizando uma placa solar de 12V como fonte de energia, associada a uma solução aquosa de bicarbonato de sódio e eletrodos de grafite, como pode ser visualizado na Figura 1 a seguir:

Figura 1: Proposta Experimental para Produção de Gás Hidrogênio por eletrólise (b) utilizando placa solar de 12V (a).

a. Placa Solar de 12V



b. Sistema de Eletrólise

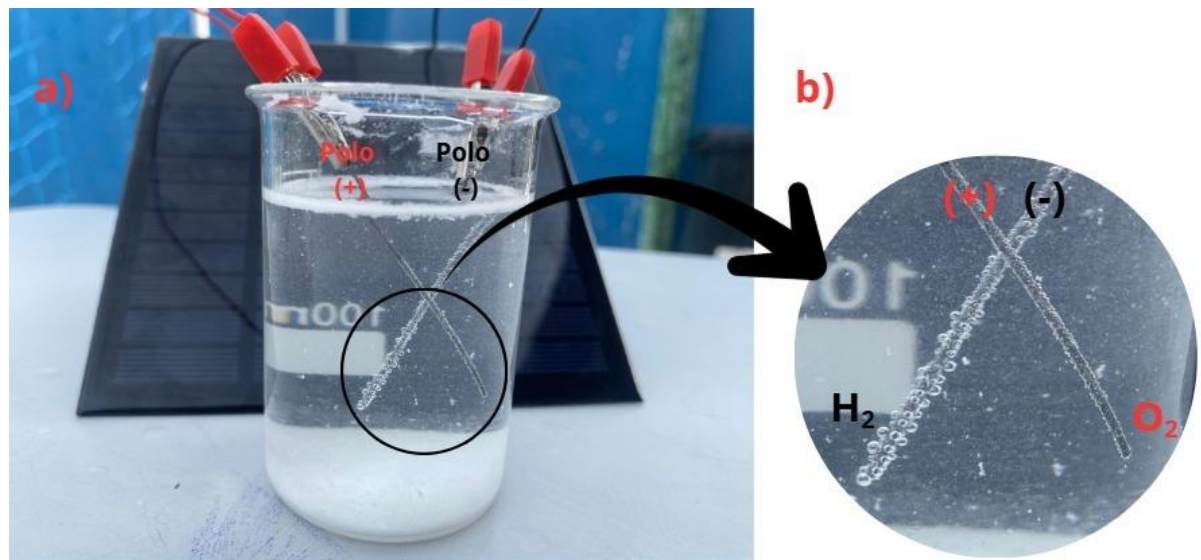


Fonte: Próprio Autor

A evidência experimental da ocorrência da eletrólise foi confirmada pela observação visual da formação de bolhas gasosas nos eletrodos (visualizar em b), conforme registrado na imagem obtida durante o experimento. Verificou-se a liberação mais intensa de gás no eletrodo conectado ao polo negativo (cátodo), correspondente à

formação de hidrogênio gasoso (H_2), enquanto no eletrodo positivo (ânodo) observou-se a liberação de oxigênio (O_2), como pode ser visualizado na Figura 2 a seguir:

Figura 2: Na imagem (a) ocorre a eletrólise em meio aquoso com a solução de bicarbonato de sódio. Ampliando, na imagem (b) a formação de hidrogênio (H_2) no polo negativo e o gás oxigênio (O_2) sendo formado no polo positivo.



Fonte: Próprio Autor

Essa diferença na quantidade de gás produzido está de acordo com a estequiometria da reação global de decomposição da água, na qual a produção de hidrogênio ocorre em proporção volumétrica aproximadamente duas vezes maior que a de oxigênio. Tal observação experimental reforça a ocorrência das reações de redução e oxidação nos eletrodos, evidenciando a conversão de energia elétrica em energia química [4].

A utilização de energia solar torna o experimento ainda mais sustentável, pois integra duas tecnologias limpas: a geração fotovoltaica e a produção de hidrogênio verde. Tal proposta evidencia como conhecimentos químicos podem ser aplicados de forma prática e acessível, contribuindo para a descentralização da produção de energia. Além de sua relevância energética, o hidrogênio verde apresenta grande potencial de aplicação em setores estratégicos da economia. Estudos indicam que ele pode ser utilizado na produção de amônia, metanol, na siderurgia e no setor de transportes, especialmente em veículos de grande porte. Dessa forma, sua adoção pode impulsionar a inovação tecnológica, favorecer a reindustrialização sustentável e fortalecer a infraestrutura energética, em consonância com os objetivos do ODS 9. [5]

Entretanto, apesar de seu elevado potencial, a produção de hidrogênio verde ainda enfrenta limitações significativas. De acordo com a pesquisadora Sabrina Fernandes

Macedo, a utilização de excedentes de energia eólica e solar para esse fim ainda não é economicamente viável no Brasil, devido ao alto custo dos eletrolisadores e à baixa disponibilidade de energia excedente. Nesse sentido, a consolidação dessa tecnologia depende de investimentos em pesquisa científica, desenvolvimento tecnológico e infraestrutura adequada. [6]

Dessa forma, evidencia-se que a química desempenha papel essencial na construção de soluções para os desafios energéticos e ambientais contemporâneos. A produção de hidrogênio verde por meio da eletrólise, especialmente quando associada a fontes renováveis, exemplifica como o conhecimento científico pode contribuir diretamente para o desenvolvimento sustentável. Contudo, sua efetiva implementação exige não apenas inovação tecnológica, mas também a superação de desafios econômicos e estruturais, reforçando a importância do investimento contínuo em ciência e tecnologia. [1][5]

Referências Bibliográficas

[1] Organização das Nações Unidas. *Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável*. Nova York: ONU, 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 15 mar. 2026.

[2] Fernando de Lima Caneppele. Produção de hidrogênio verde e suas aplicações energéticas. *Jornal da USP*, São Paulo, 2023. Disponível em: <https://jornal.usp.br>. Acesso em: 15 mar. 2026.

[3] ATKINS, Peter; JONES, Loretta. *Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente*. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.

[4] OLIVEIRA, M. G. C. et al. Gerador de hidrogênio verde solar por eletrólise. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENERGIA SOLAR, 2024. Anais [...]. 2024.

[5] International Energy Agency. *Global Hydrogen Review 2023*. Paris: IEA, 2023. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/global-hydrogen-review-2023>. Acesso em: 15 mar. 2026.

[6] JORNAL DA USP. *Sistemas eólico e solar ainda são inviáveis economicamente para produzir hidrogênio verde como fonte de energia*. São Paulo, 13 jun. 2022. Disponível em: <https://jornal.usp.br/ciencias/sistemas-eolico-e-solar-ainda-sao-inviaveis-economicamente-para-produzir-hidrogenio-verde-como-fonte-de-energia/>. Acesso em: 15 mar. 2026.