

**FUNDAÇÃO HELENA ANTIPOFF**  
**ESCOLA TÉCNICA SANDOVAL SOARES DE AZEVEDO**

**ELETRÓLISE CASEIRA COM H<sub>2</sub>O DESCRISTALINIZADA**

**Hidrogênio e Amônia Verde**

**Ibirité, MG**

**2023**



João Vitor Gomes da Rocha  
Artur Gomes da Rocha  
Lidiane das Graças Santos  
Marcelo de Mesquita Ferreira

## **ELETRÓLISE CASEIRA COM H<sub>2</sub>O DESCRISTALINIZADA:**

### **Hidrogênio e Amônia Verde**

Relatório apresentado à 7ª FEMIC - Feira Mineira de Iniciação Científica.

Orientação do prof. Marcelo Mesquita e coorientação da prof.<sup>a</sup> Lidiane Santos.

**Ibirité, MG**

**2023**



## RESUMO

A incidência de catástrofes naturais devido as mudanças climáticas têm progredido muito nas últimas décadas e estudos como o de David Foster Wallace mostram que a queima de combustíveis fósseis é responsável por 86% de todo o dióxido de carbono, um dos gases causadores do efeito estufa, lançado na atmosfera provém da queima de combustíveis fósseis e 20% do desmatamento. O progresso contínuo das sociedades para melhoria da qualidade de vida não corrobora para a saúde do planeta Terra, planeta o qual é o lar da humanidade e provedor dos recursos necessários para a sobrevivência do ser humano. Analisando os fatos apresentados percebe-se que é necessário continuar a produzir e progredir no uso das tecnologias, mas também é de extrema importância cuidar e preservar o planeta onde habitam as civilizações humanas para que possam continuar a viver em segurança e pleno bem-estar. Pode-se observar que os efeitos das mudanças climáticas já têm sido notáveis, e que já causaram incontáveis mortes, prejuízos econômicos dentre outros fatores. Por isso torna-se urgente a necessidade de encontrar novas alternativas para produzir energia de forma limpa e renovável. Este estudo então se propõe a indicar alternativas para a produção de energia de maneira eficaz, com baixa ou nenhuma liberação de dióxido de carbono, baseada em energias renováveis, de maneira simples e caseira possibilitando acesso para grande parte das sociedades. A eletrólise caseira é um método de produção de energia química que é convertida em energia elétrica através de células combustíveis, que em seu processo não libera gases causadores do efeito estufa como por exemplo o carbônico. Através da eletrólise caseira é possível obter dois produtos: hidrogênio verde e amônia verde.

**Palavras-chave:** Eletrólise, Hidrogênio Verde, Amônia Verde.



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	5
<b>2 JUSTIFICATIVA</b>	7
<b>3 OBJETIVO GERAL</b>	8
<b>4 METODOLOGIA</b>	9
<b>5 RESULTADOS OBTIDOS</b>	10
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	11
<b>REFERÊNCIAS</b>	12



## 1 INTRODUÇÃO

A pesquisa foi baseada na ODS 13.1, que visa aumentar a resiliência e capacidade adaptativa aos riscos e impactos resultantes da mudança climática e desastres naturais. O tema aborda a necessidade de o homem se adaptar às mudanças climáticas, que são consequência de sua interferência na natureza. A escolha do tema se deve à ocorrência frequente de catástrofes naturais relacionadas às mudanças climáticas, com graves consequências sociais, como mortes, feridos, desabrigados, prejuízos econômicos e desequilíbrio na fauna e flora.

O intuito da pesquisa é encontrar, por meio da inovação e da ciência, alternativas para usar tecnologias sem prejudicar o planeta. Segundo Adriano Santhiago do Ministério do Meio Ambiente, 80% das emissões de CO<sub>2</sub> do Brasil são provenientes da queima de combustíveis fósseis e 20% do desmatamento. Depois de pesquisas, foi encontrado o hidrogênio verde como um possível substituto dos combustíveis fósseis. Ele é produzido pela eletrólise da água, sendo chamado de verde por seu método de produção. O hidrogênio é abundante e renovável, retornando ao ciclo da água após o uso. Além disso, sua produção e uso não emitem CO<sub>2</sub>, apenas vapor d'água. Algumas pesquisas como a da empresa Toyota mostram que um carro com apenas 500ml de água passando pelo processo de eletrólise pode fazer uma viagem de 500 km.

A eletrólise da água consiste em uma reação química na oxirredução na molécula da água provocada pela corrente elétrica contínua correspondente a dissociação da molécula da água e do hidrogênio separando as moléculas e extraíndo o hidrogênio verde. Para que não tenha nenhum tipo de emissão de CO<sub>2</sub> nesse processo é preciso usar na corrente elétrica apenas energias limpas as mais viáveis são: energia fotovoltaica e a energia eólica.

De acordo com Francisco Diniz Bezerra o hidrogênio verde é um combustível limpo que também pode ser transformado em energia através de células combustíveis<sup>6</sup>. O produto hidrogênio verde tem potencial de substituir com eficácia os combustíveis fósseis para o transporte através de automóveis, e até mesmo de cargas pesadas, como por exemplo em caminhões e navios. Além disso, o hidrogênio verde tem, também, o potencial de substituir o óleo diesel na combustão de máquinas na indústria.

Em conformidade com o site WWF-Brasil:



Hidrogênio verde é um combustível sustentável que gera energia de baixo carbono (...). O H<sub>2</sub>V é produzido a partir da eletrólise da água por meio de fontes renováveis como eólica e solar, um processo de separação da molécula de água (H<sub>2</sub>O) em hidrogênio (H<sub>2</sub>) e oxigênio (O<sub>2</sub>) por meio da passagem de uma corrente elétrica na solução aquosa.

O uso desse produto não libera nenhum teor de carbono e/ou metano, e é ainda mais eficiente no que se refere ao plano de descarbonização das sociedades humanas, do que automóveis movidos a energia elétrica que armazenam a sua energia em baterias que produzem o CO<sub>2</sub>.

A amônia (NH<sub>3</sub>), elemento da tabela periódica, é um gás incolor, formado por um átomo de nitrogênio e três átomos de hidrogênio. Artificialmente, a amônia é produzida por meio da Síntese de Haber-Bosch – processo desenvolvido em 1990 pelos cientistas Carl Bosch e Fritz Haber. De modo geral, ele consiste na ativação de átomos de hidrogênio e de nitrogênio a partir de um catalisador, o ósmio.

Em conformidade com o site e-cycle (2023):

Amônia verde é um termo utilizado para caracterizar a amônia produzida a partir do hidrogênio verde, um combustível obtido por meio de fontes renováveis (...). A amônia (NH<sub>3</sub>) é um gás incolor, formado por um átomo de nitrogênio e três átomos de hidrogênio. Ela está presente naturalmente no meio ambiente e em organismos, mas também é produzida artificialmente e utilizada na composição de fertilizantes e de produtos de limpeza.

Com a Síntese de Haber-Bosch, a amônia passou a ser introduzida na composição de produtos de limpeza e na produção de fertilizantes de nitrogênio. A fabricação de fertilizantes para a produção agropecuária representa a maior fonte de amônia. (...). Para funcionar, a Síntese de Haber-Bosch consome grande quantidade de energia e produz dióxido de carbono, contribuindo para a intensificação do efeito estufa e, conseqüentemente, do aquecimento global. De acordo com a Julia Azevedo graduada em Gestão Ambiental pela Universidade de São Paulo amônia verde é produzida a partir de hidrogênio verde, um combustível gerado por fontes renováveis, (solar, eólica ou resíduos) sem teor de carbono em sua produção. Além disso, ela ainda é composta por duas matérias-primas: a água e o ar. A partir da sua composição inovadora, a alternativa permite que a indústria possa reduzir as emissões de gases de efeito estufa em todo o ciclo de produção, o que colabora com a mitigação dos impactos do aquecimento global.



## 2 JUSTIFICATIVA

Os grandes meios de produção trouxeram a possibilidade de fabricar sofisticados instrumentos da área da saúde, e veículos de transporte que são capazes de atravessar o planeta Terra em questão de horas, além de aumentar a capacidade produtiva na área agrícola e diminuir as perdas na produção. Ou seja, os avanços tecnológicos voltados a produção trouxeram benefícios para a humanidade em diversas áreas como: saúde, segurança, alimentação, dentre entre outros.

Tais benefícios tecnológicos foram de grande importância para a evolução da raça humana, mas deixaram graves consequências no planeta Terra, já que vários métodos da produção industrial emitem gases poluentes para a atmosfera, substâncias tóxicas ao meio ambiente, além do fato de que toda a matéria prima usada na produção das tecnologias desenvolvidas pela humanidade é geralmente extraída da natureza de forma agressiva e maléfica para a saúde do planeta através do desmatamento, uso indevido de rios, como por exemplo, no processo lavagens de produtos como o minério é liberado o Enxofre e Carbono, o que pode gerar perdas de árvores e da própria água dos rios, elementos de suma importância no controle natural do efeito estufa .

Toda essa evolução tecnológica conquistada pelo homem é de extrema importância no bem-estar da humanidade, mas não pode continuar a prejudicar o planeta Terra, que é o provedor de todos os componentes naturais necessários para que seja possível a continuidade da vida humana. Como prováveis resultados do aquecimento estão previstos catástrofes naturais, escassez de água, grandes secas entre outros muitos fatores que ameaçam a existência humana, por tornar rarefeitos elementos necessários para a saúde do ser humano.

Além disso, é de conhecimento público que os combustíveis fósseis são uma forma de energia não renovável, o que torna ainda mais urgente a necessidade de encontrar novos meios de se obter energias renováveis. Nesse sentido, é através das indústrias que se produz grande movimento econômico entre as nações, além da necessidade ao acesso a produtos essenciais, tais como: alimentícios e relacionados à área da saúde.

Por isso é preciso adaptação e resiliência da parte da humanidade para continuar a evoluir e atender as demandas de sua existência sem destruir o planeta em que vive.



### 3 OBJETIVOS

#### 3.1 Objetivo geral

Propor métodos por meio da inovação e da ciência que reforcem resiliência e adaptação da humanidade não somente para sobreviver, mas também resiliência para erradicar os causadores do aquecimento global das sociedades humanas, pois ele é o principal responsável pelas mudanças climáticas e catástrofes naturais.

#### 3.2 Objetivos específicos

- Por meio da inovação e da ciência propor novas alternativas e métodos para produzir e utilizar energia de maneira limpa e renovável;
- Preservar os recursos naturais do planeta Terra;
- Indicar energia acessível para atender demandas de pessoas que vivem em situação de miséria.



#### 4 METODOLOGIA

Para a realização da pesquisa, considerando a sua natureza e a proposta de seu tema, com o intuito de se obter respostas para os questionamentos propostos, bem como para atingir os objetivos definidos e a serem cumpridos, optou-se pelos procedimentos metodológicos da pesquisa bibliográfica, eletrônica e documental. Com utilização de estudos feitos pelos autores e instituições mais renomadas sobre o assunto na contemporaneidade, para produção de um motor caseiro capaz de gerar energia limpa: hidrogênio e amônia verdes, a baixo custo.

Por meio da eletrólise caseira poderá ser possível obter o hidrogênio verde e a amônia verde, ambos os produtos resultantes dessa mesma eletrólise, os quais podem ter grande potencial para substituição do uso de combustíveis fósseis como energia renovável e sem emissão de CO<sub>2</sub>.

O protótipo será construído a partir do seguinte sistema: Célula combustível; Cuba Eletrolítica; Mangueiras finas; Fios de conexão; Eletrólito o mesmo de água descristalinizada e Placa fotovoltaica.

A partir desse sistema, primeiramente o eletrólito será colocado no recipiente de plástico que será eletrocutado por meio dos eletrodos positivo e negativo. Através da energia fornecida pela placa fotovoltaica, no momento da descarga elétrica os elétrons são transportados do gerador pelo seu polo negativo por meio do eletrodo. Acontecerá a separação dos elementos da água que são o hidrogênio e o oxigênio. Após essa separação o hidrogênio verde é liberado para dentro da célula combustível que transformará o hidrogênio verde em elétrons.

Os Elétrons, por sua vez, são conduzidos por um circuito externo gerando um fluxo de elétrons e, assim corrente e potência elétrica. No caso do oxigênio, que pode ser obtido da própria atmosfera, é produzido vapor de água com a chegada dos prótons de hidrogênio através da membrana e a circulação dos elétrons.

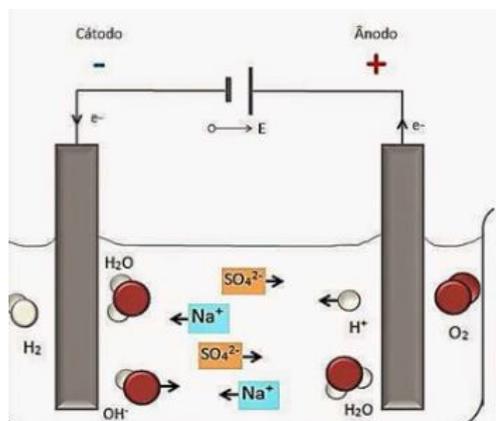


Figura 1. Imagem ilustrativa

## 5 RESULTADOS OBTIDOS

Dentre os resultados obtidos, primeiramente tem-se uma proporção comparativa de um estudo feito pela Toyota em que com 500 ml de água passando pelo processo de eletrólise foi possível gerar 124w de energia, o que foi suficiente para um carro fazer uma viagem de 450 quilômetros.

E com o início do circuito do protótipo que foi construído com as peças já obtidas até o momento, foi possível observar que a placa solar fornece a energia que controlada por um controlador de voltagem é transmitida para a bateria de 12v. Com a célula inserida no protótipo, tem-se a possibilidade de injetar o hidrogênio obtido na Cuba Eletrolítica transformando essa energia química em eletricidade e posteriormente essa energia armazenada na bateria para uso noturno ou posterior, incluindo o inversor que recebe 12v e transforma em 220v para uso em eletrodomésticos.

E com a eletrólise tem-se a agitação das moléculas, fazendo assim com que se produza o dobro ou até mesmo o triplo de energia, então com o uso de apenas a placa solar é possível ter uma certa quantidade de energia, mas esta somado a eletrólise, tem-se duas ou três vezes mais do que a quantidade de energia inicial, justificando assim a eficiência do projeto referente a Eletrólise caseira em comparação com a simples instalação de placas solares. Porém como é necessário um ponto de partida para fazer a eletrização da água e para que seja um sistema cem por cento verde, é necessário o uso de energia eólica ou a placa fotovoltaica.



Figura 2. Materiais usados na construção do protótipo.



## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pensando em soluções para a grande questão do tradicional uso de energias sujas nos métodos de produção industrial, fornecimento de energia residencial, e no uso de automóveis a eletrólise caseira por meio do H<sub>2</sub>O pode ser um potencial método que irá contribuir significativamente na substituição de energias que emitem teor de carbono por energias limpas e renováveis.

Através da eletrólise é possível obter o hidrogênio verde e a amônia verde, produtos que tem sua produção baseada no elemento mais abundante do mundo, o hidrogênio. Ambos os produtos resultantes da eletrólise caseira do H<sub>2</sub>O têm grande potencial de substituir os combustíveis fósseis como energia renovável e sem emissão de CO<sub>2</sub>.

Além dos fatos apresentados sobre a eletrólise caseira do H<sub>2</sub>O, este processo é extremamente simples composto de objetos de baixo custo e que tem acesso liberado para todos os cidadãos. Fazendo com que a eletrólise caseira seja uma solução potencial para diminuir as emissões de carbono das sociedades humanas.

Ao longo do trabalho observou se como o hidrogênio verde é uma grande possibilidade de energia limpa, abundante e eficiente. Mas durante os processos de investigação surgiram novos questionamentos sobre como o produto pode ser utilizado em locais de condições de frio extremo. A partir dos estudos foi possível compreender mais sobre a importância da energia e observar como é necessária para a humanidade. Além disso a pesquisa leva a refletir sobre a grande importância do planeta Terra para que seja possível a sobrevivência humana.



## REFERÊNCIAS

AGRONEGÓCIO, portal do. Fonte: [portaldogronegocio.com.br](http://portaldogronegocio.com.br); acesso em semestre 1/2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14724: informação e documentação: artigo em publicação periódica científica impressa: apresentação. Rio de Janeiro, 2005.

\_\_\_\_\_. ABNT NBR 6022: Estrutura dos trabalhos científicos

\_\_\_\_\_. ABNT NBR 6023: Referências

\_\_\_\_\_. ABNT NBR 6027: Sumário

\_\_\_\_\_. ABNT NBR 6028: Resumo e Abstract

\_\_\_\_\_. ABNT NBR 10520: Citações em documentos

\_\_\_\_\_. ABNT NBR 14724: Trabalhos acadêmicos

AZEVEDO, Julia. **Amônia Verde: o que é e para que serve.** Fonte: <https://www.ecycle.com.br>; acesso em semestre 1/2023.

BEZERRA, Francisco Diniz. **Hidrogênio Verde: nasce um gigante no setor da energia.** Banco do Nordeste do Brasil. 2021. Fonte: [bnb.gov.br](http://bnb.gov.br); acesso em semestre 1/2023.

DEFREIN, Bruna. **Amônia Verde indústria de fertilizantes.** São Carlos-SP. 2021. Fonte: [ufscar.br](http://ufscar.br); acesso em semestre 1/2023.

KNOB, Daniel (catálogo USP). **Dissertação de Mestrado.** Portal da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da Universidade de São Paulo São Paulo, 2013. Fonte: [usp.br](http://usp.br); acesso em semestre 1/2023.

WALLACE, David Foster. **A Terra Inabitável.** Docero Brasil. São Paulo-SP. 2021. Fonte: [doceru.com](http://doceru.com); acesso em semestre 1/2023.