



HIDROGÊNIO VERDE - H₂V

RONALDO CAIADO

Governador do Estado de Goiás

MARCIO CESAR PEREIRA

Secretário de Estado de Desenvolvimento e Inovação

ALEXANDRE CESAR

Superintendente de Negócios Internacionais

AURÉLIO RESENDE

Gerente de Comércio Exterior

EQUIPE TÉCNICA

Adriano Pires

Flávio Falcão

Maysa Rodrigues



Introdução

- ⚙️ No Brasil os melhores ventos ocorrem no período mais seco do ano, entre junho e novembro, são constantes, com pouca turbulência e apresentam um sentido unidirecional, o que favorece a geração de energia eólica e eleva consideravelmente o potencial nacional para geração de energia.
- ⚙️ Os ventos *onshore* no Brasil apresentam níveis iguais aos que a Europa encontra *offshore*, sendo a geração de energia eólica complementar na matriz energética brasileira que tem a hidroeletricidade como base (que representa mais de 50%). No segmento *onshore* é utilizada a escala dos *megawatts* e no *offshore* a escala dos *gigawatts*.

Nota 1: O primeiro aerogerador (75 *quilowatts*) do Brasil foi instalado em Fernando de Noronha, em 1992. No *ranking* global de geração de energia eólica (2021), o Brasil ocupou a 6ª posição.

Nota 2: Espera-se dobrar a potência instalada e a participação da energia eólica na matriz energética brasileira alcançando 40 *gigawatts* em 2030.





Setor eólico brasileiro

Desafio

- Aumentar a robustez da cadeia nacional de suprimentos.

Medida mitigadora

- Criar cadeias locais de suprimentos com o intuito de aproximar os fornecedores das indústrias.

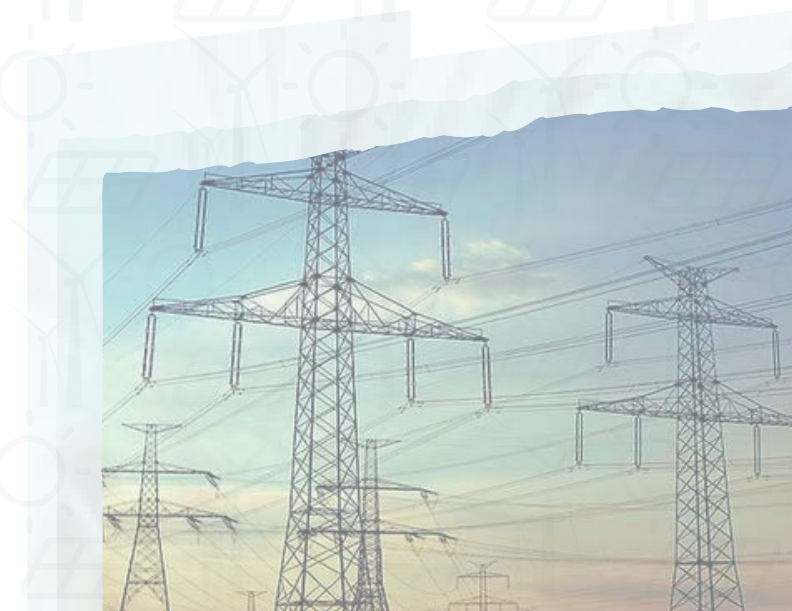
Em um cenário de rápido crescimento, o *grid* para escoar a energia gerada é um grande desafio para o setor eólico nacional por duas razões:

1. A maior parte dos parques eólicos está localizada nas regiões Norte e Nordeste.
2. A demanda está localizada nas regiões Sudeste e Sul do país.

Objetivo

- Ligar os pontos de oferta e demanda.

Nota: O sistema de transmissão nacional conta com cerca de 170.000 km de linhas integradas de alta tensão e sua expansão exige um volume expressivo de investimentos.





Power to X

⚙️ No Brasil, a diferença de escalas na geração de energia eólica entre os segmentos *onshore* e *offshore* permite pensar em outros tipos de usos para a energia eólica além da geração de energia elétrica para consumo imediato como as chamadas tecnologias *Power to X*.

⚙️ Nas tecnologias *Power to X*, a eletricidade é usada na produção de Hidrogênio Verde - H₂V e na conversão do hidrogênio em outros produtos como amônia e fertilizantes.

O Brasil ocupa a primeira colocação no *ranking* dos 15 países com maior potencial para a produção de hidrogênio a baixo custo.

Nota: O hidrogênio é o elemento mais abundante no universo e constitui uma fonte densa de energia com emissão zero de carbono o que o torna uma peça fundamental no processo de descarbonização do planeta.





Combustível do futuro



A importância do H₂V

- Alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODSs) da Organização das Nações Unidas (ONU) para 2030.
- Tornar a matriz energética brasileira mais sustentável.
- Contribuir com o esforço global (*Net Zero*) para neutralizar as emissões de Gases de Efeito Estufa (GEEs) até 2050.

Nota: Usualmente o hidrogênio é produzido por meio de um processo térmico no qual o vapor reage com um combustível do tipo hidrocarboneto (95% de todo o hidrogênio produzido vêm do gás natural) produzindo hidrogênio. Neste tipo de geração, há emissões de carbono.



Alternativas de aplicação

- Geração de eletricidade renovável.
- Substituição dos combustíveis fósseis (carvão e petróleo) em processos industriais.

A transformação do hidrogênio em combustível demanda uma grande quantidade de energia.

HIDROGÊNIO VERDE
H₂V



Combustível do futuro

- 🔬 Especialistas apontam a possibilidade da comercialização do H₂V como *commodity*.
- 🔬 O desenvolvimento do H₂V é uma possibilidade promissora para garantir a descarbonização de alguns segmentos como a siderurgia e a indústria petroquímica brasileira.
- 🔬 O Brasil possui posições de destaque no cenário global de produção e exportação de H₂V. Com imensa fronteira marítima, o país tem um potencial de 1.300.000 MW para geração solar e eólica (incluindo parques *offshore*).
- 🔬 A expectativa é de que sejam criados Vales de H₂V nos portos oceânicos e sua produção direcionada para plantas industriais próximas (caso do Complexo Industrial e Portuário do Pecém - CIPP) e para atender a demanda externa (caso da Europa).



HIDROGÊNIO VERDE
H₂V



Combustível do futuro

- Há expectativa de crescimento expressivo da demanda pelo H₂V nos setores industriais e de transporte até 2030 (*International Energy Agency - IEA*).
- A abundância de recursos renováveis (destaque para os setores eólico e fotovoltaico) e da disponibilidade da energia elétrica brasileira torna o país um importante supridor internacional dessa demanda, o que torna o hidrogênio um tema prioritário na agenda energética nacional.
- **Fatores presentes na composição do custo do hidrogênio**
 - Investimento nas unidades de produção.
 - Investimento nas unidades de operação.
 - Custo da energia renovável para realizar a eletrólise.

Nota: É importante que o custo da energia renovável seja baixo e altamente estável com mínimas interrupções.

HIDROGÊNIO VERDE
H₂V



Produção - Eletrólise

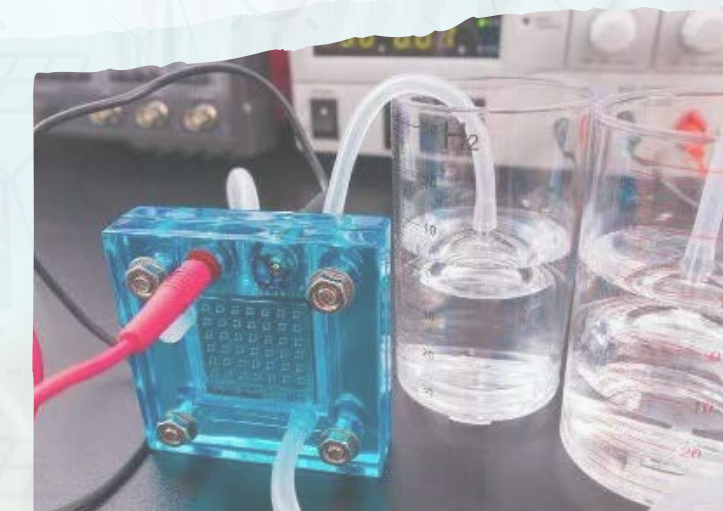


O hidrogênio pode ser produzido a partir da eletrólise

- Dois eletrodos (um tipo de barra de metal) ligados a uma fonte de energia são inseridos em um recipiente com água.
- As barras têm polaridades diferentes, e a energia que passa por elas separa o hidrogênio do oxigênio que está na água.

- Este processo demanda bastante energia, porque sua eficiência energética é de cerca de 80%.
- Para gerar 80 quilowatts/quilo, seriam necessários 100 kWh de eletricidade.

Nota: Dependendo da fonte da eletricidade usada na produção de hidrogênio por eletrólise é possível que a emissão de carbono seja zero. Para que o produto seja considerado é preciso que a fonte de energia utilizada no processo seja renovável.





Utilização



Uso do H₂V

- Impulsionar veículos de serviço (empilhadeiras, caminhões, ônibus e trens).
- Propulsão de embarcações e aeronaves.

- Impulsionar motores.
- Gerar energia para prédios.
- Fornecer calor.



O H₂V precisa passar por uma célula de combustível em um processo inverso ao da eletrólise que produz o hidrogênio.

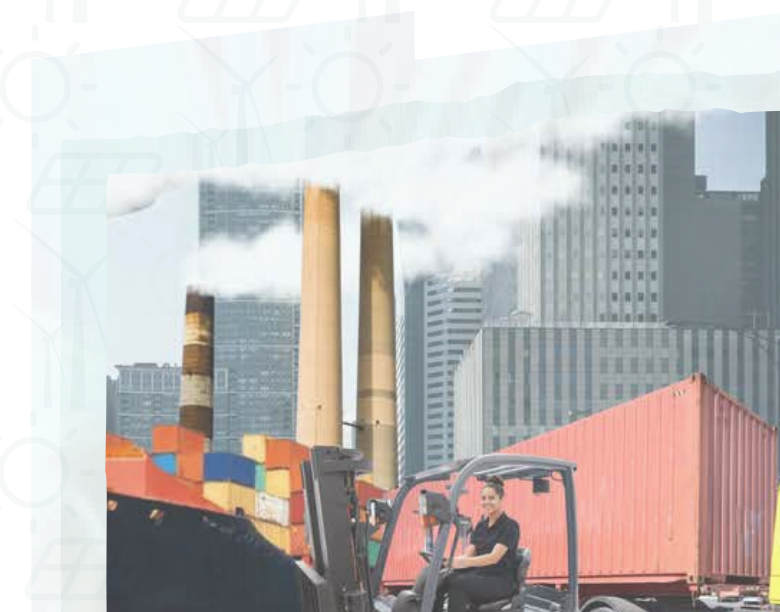


Como na eletrólise, são utilizados dois eletrodos, um positivo (que recebe ar) e um negativo (que recebe uma substância que separa as moléculas de hidrogênio em prótons e elétrons).





Os elétrons saem do eletrodo e geram um fluxo de eletricidade, os prótons vão em direção ao eletrodo com ar, onde se misturam com o oxigênio e, no caminho contrário ao da eletrólise, geram água e calor.

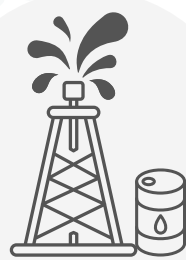
Produzindo apenas vapor de água, é assim que este tipo de combustível gera energia sem combustão.





Classificação

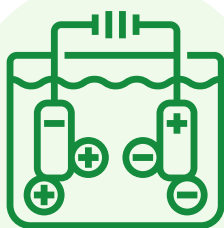
-  A classificação do hidrogênio combustível varia conforme a fonte de energia usada em sua produção.
-  O hidrogênio combustível pode ser classificado nas cores cinza, azul ou verde.



O hidrogênio cinza é produzido a partir de combustíveis fósseis.



O hidrogênio azul é produzido a partir do gás natural e quando há captura e armazenamento de carbono.



O hidrogênio verde é produzido a partir da eletrólise.



**Secretaria de
Estado de
Desenvolvimento e
Inovação**

