

Hidrogênio Verde

Um novo
caminho
para o
**Rio Grande
do Sul.**

2023





Por que o Rio Grande do Sul?

Produção de Hidrogênio Verde (H₂V) depende da competitividade da energia renovável, compromisso com agenda e diferenciais locais de demanda e infraestrutura.

Diferenciais competitivos

DEMANDA

A economia do Rio Grande do Sul é altamente representativa em setores que podem se beneficiar do Hidrogênio Verde.

LOGÍSTICA

Linhas de transmissão, portos públicos, capacidade de escoamento, sistema de transporte hidroviário cabotagem e longo curso.

VIABILIDADE

Única matriz de produção no Brasil que contém estudo de viabilidade de produção e comercialização (McKinsey).



Fontes de consumo energético do RS impactadas pelas aplicações de hidrogênio verde.



INDÚSTRIA QUÍMICA



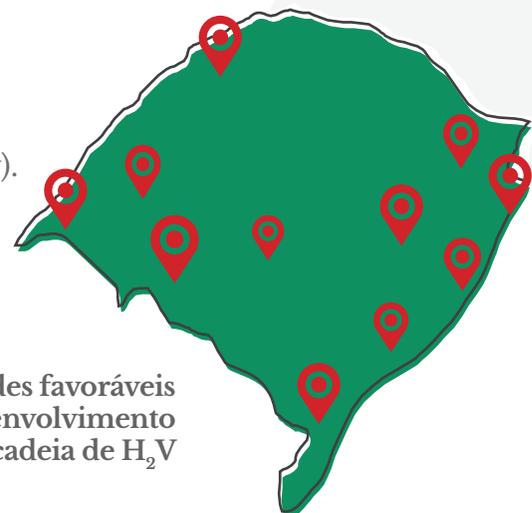
AGRICULTURA



REFINARIAS-COQUE



PRODUTOS DERIVADOS DO PETRÓLEO E BIOCOMBUSTÍVEIS



10 localidades favoráveis para o desenvolvimento da cadeia de H₂V

HIDROGÊNIO VERDE

Competitividade de Energia Renovável

EÓLICA

- Aumento expressivo na matriz elétrica do Estado (2% em 2010 e 19% em 2020)
- 10 GW licenciados e capacidade total de 103 GW on-shore e 108 GW off-shore



SOLAR

- Capacidade instalável solar total teórica de aproximadamente 100 GW on-shore com aproximadamente 1% já em operação ou previsto

Compromisso político

AGENDA DE DESCARBONIZAÇÃO

- ✓ COP26 e 27
- ✓ Race to zero
- ✓ Race to resilience
- ✓ Under2 Coalition

EMPRESAS

- ✓ White Martins
- ✓ Enerfin
- ✓ Neoenergia

CONTATO COM FUNDOS DE INVESTIMENTOS

Principais fontes de H₂

	H ₂ de baixo carbono			
	H ₂ CINZA	H ₂ AZUL	H ₂ MUSGO	H ₂ VERDE
Matérias-primas	Gás natural	Gás natural	Biomassa ou biocombustível	Água
Processo de produção	Dividir gás ¹ natural em H ₂ e CO ₂	Similar ao Cinza, mas com sequestro e/ou armazenamento de CO ₂	Reforma catalítica ² , gaseificação ³ ou digestão anaeróbia ⁴ com ou sem CCUS (captura de carbono, utilização e armazenamento)	Dividir água em H ₂ e O ₂ em um eletrolisador alimentado por energias renováveis
Emissões de CO₂ CO ₂ Kg/H ₂ Kg produzidos	-10	-1-3 (a maior parte do CO ₂ armazenado)	n.a.	-0 (Assumindo um mix de eletricidade verde, tipicamente solar e eólica)

 Foco da discussão

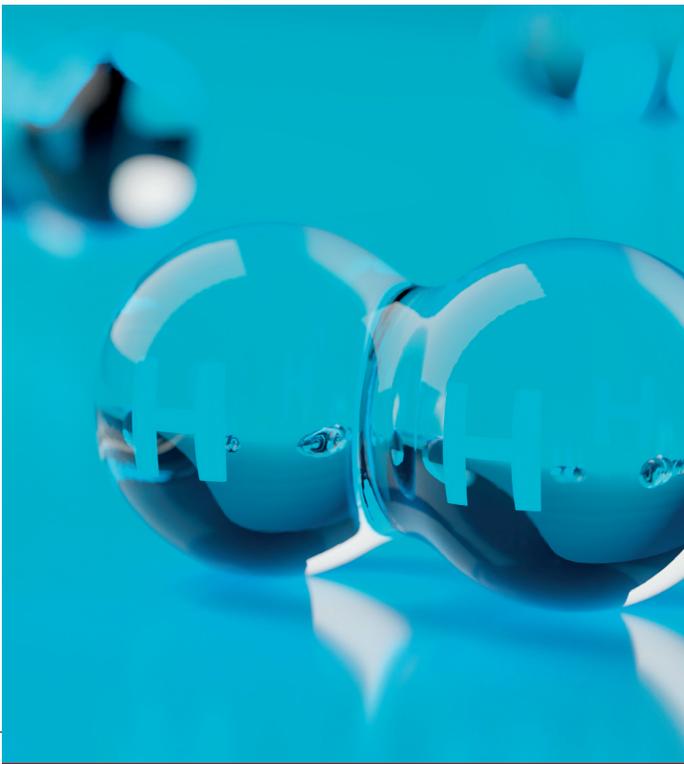
1. Processo: Remoção de Enxofre, Produção de Gás de Síntese via Reforma a Vapor do Metano ou Reforma Autotérmica (ATR), Reação de Turno de CO, Purificação. Espera-se que este último ofereça maior eficiência em combinação com o CCS. Além disso, o hidrogênio cinza também pode ser produzido a partir da gaseificação do carvão;

2. Também chamado de reforma do hidrogênio ou oxidação catalítica, é um método de produção de hidrogênio a partir de hidrocarbonetos;

3. Processos que transformam combustíveis sólidos ou líquidos em mistura de combustível de gases gerando CO e H₂;

4. Degradação de compostos orgânicos em substâncias mais simples (p.ex.: CH₄ e CO₂), utilizando microrganismos anaeróbios;

Fonte: EPE



O que é H₂V?

O Hidrogênio Verde (H₂V) consiste no hidrogênio gerado por energia renovável, sendo energético de vasta aplicabilidade com emissões de carbono significativamente menores do que o H₂ cinza ou demais combustíveis fósseis.

Oportunidades para a região Sul

**DESCARBONIZAÇÃO
COMO META**



**MELHORIA DO
APROVEITAMENTO DOS
RECURSOS NATURAIS**

**DIMINUIÇÃO DE
IMPACTOS AMBIENTAIS
NA GERAÇÃO E NA
UTILIZAÇÃO DE ENERGIA**



**GERAÇÃO DE EMPREGOS,
RENDA E MELHORIA NA
QUALIDADE DE VIDA**



**AUMENTO DA SEGURANÇA
ENERGÉTICA**



**DESENVOLVIMENTO
REGIONAL INTEGRADO**

O que o RS oferece

RECURSOS NATURAIS

- Recursos naturais em abundância (geração de energia – carbon free)
- Costa marítima e lagoas
- 82% da matriz de energia elétrica renovável



INFRAESTRUTURA

- Base logística e produtiva
- Linhas de transmissão
- Estrutura portuária
- Hidrovias
- Rodovias
- Ferrovias
- Universidades e centros de ciências e tecnologia

MERCADO

- Consumo interno
- Mercado externo
- Valor agregado no setor produtivo local
- Incentivo fiscal (Fundopem/RS)



Aplicações do H₂V mais relevantes para o RS



MATÉRIA-PRIMA PARA INDÚSTRIA

ROTAS CONVENCIONAIS

Refinarias

Unidade Geradora de Hidrogênio da Refap tem capacidade de produzir 60 KTA de H₂ Cinza. Derivados do petróleo representam 5% do VTI.

ROTAS DE BAIXO CARBONO

Amônia para fertilizantes

Importações de fertilizantes nitrogenados somaram 620 kT em 2021 (exc. Ureia). O valor das importações corresponde a 0,8% do VTI.

Metanol

Importações de metanol pelo RS somaram 20 kT em 2021. Metanol é utilizado na indústria de biodiesel, que representa, 0,6% do VTI.

Aço

Apesar da siderurgia apresentar 1% do VTI, a rota não integrada no RS reduz as possibilidades de aplicação de H₂.

CARRIER DE ENERGIA

TRANSPORTE

H₂ para carros de passageiros

RS tem 8% da frota de automóveis. Consumo energético rodoviário representa 45% do consumo total do estado.

Frete ferroviário de longa distância

Os trilhos poderiam ser descarbonizados com o uso de hidrogênio ou eletricidade como substitutos do diesel.

Transporte aéreo

Consumo energético aéreo representa menos de 1% do consumo no setor de transportes. RS não possui hub aéreo nacional/internacional.

Transporte rodoviário

Foco em caminhões (85% da frota pesada). RS tem 8% da frota de caminhões. Consumo energético rodoviário representa 45% do consumo total do Estado.

Transporte marítimo

Porto de Rio Grande é o 5º porto mais movimentado no Brasil.

CALOR PARA INDÚSTRIA E SERVIÇOS

Aquecimento de grau médio e alto

Gás natural, carvão mineral e diesel para fins energéticos somam 800 mil TEP na indústria, representado 6% do consumo estadual.

Cicloturbina combinada

Consumo de carvão mineral e gás natural somam 1,7 MTEP no processo de transformação de energia. Restrição de gás natural impede a utilização completa de termoeletricas.

Mistura de gás H₂

Hidrogênio pode ser adicionado à rede de gás natural, aumentando a oferta geral e possibilitando um melhor equilíbrio de oferta-demanda.

Benefícios do H₂V no RS



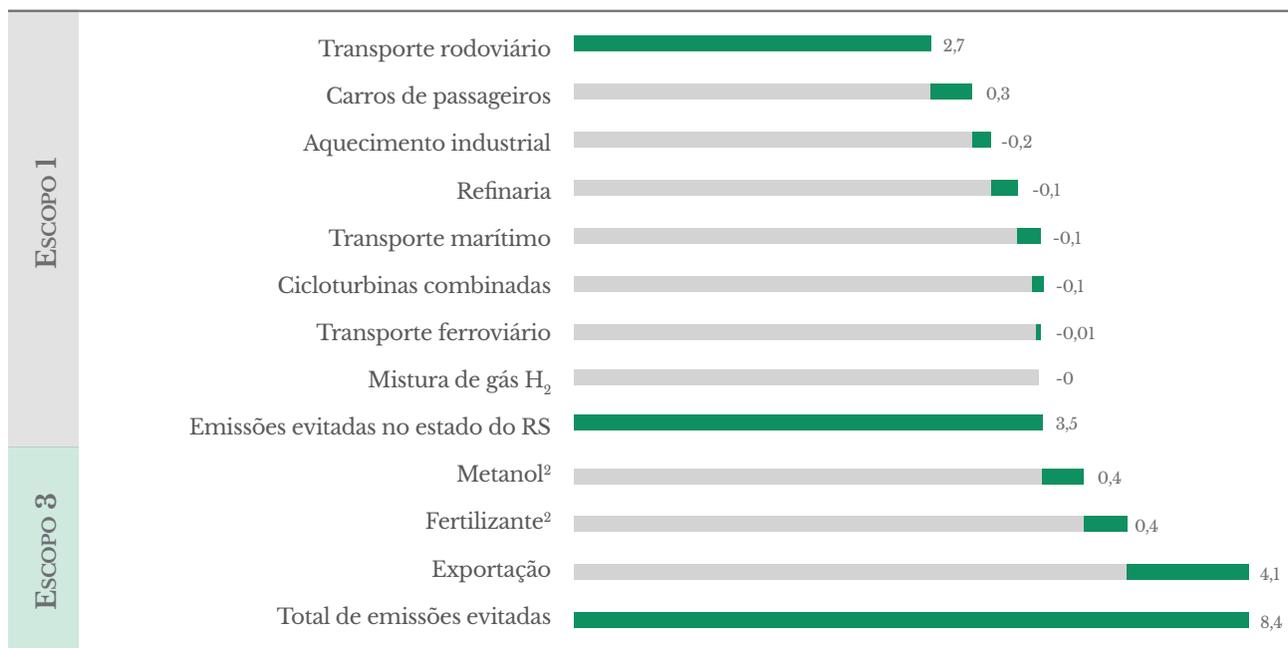
Cenário	Adoção de aplicações de baixa complexidade	Adoção de aplicações de baixa e média complexidade	Adoção de aplicações de baixa, média e alta complexidade
Aplicações adotadas no cenário	Uso em refinarias, transporte ferroviário e cicloturbinas	<ul style="list-style-type: none"> » Uso em refinarias, transporte rodoviário e cicloturbinas » Uso em fertilizante, metanol, aquecimento industrial, transporte marítimo, mistura de gás 	<ul style="list-style-type: none"> » Uso em refinarias, transporte rodoviário e cicloturbinas » Uso em fertilizante, metanol, aquecimento industrial, transporte marítimo, mistura de gás » Uso em transporte rodoviário e carro de passageiro
Estimativas acumuladas até 2040 PIB	~R\$ 3,7 bi (1% do PIB anual do RS de 2021)	~R\$ 33,6 bi (6% do PIB anual do RS de 2021)	~R\$ 62 bi (11% do PIB anual do RS de 2021)
Empregos	~2 mil	~25 mil	~41 mil

Nota: Montantes a preços de 2022 em reais sem taxa de desconto, considerando cambio médio de 2022 segundo IPEA de USD/BRL de 5,1. Dada existência de fatores atrelados ao dólar, a volatilidade do cambio pode afetar dimensão dos valores a longo prazo.

Fonte: FIPE/DEE, tabelas insumo/produto OECD, IBGE/SIDRA, CAGED

Como o H₂V poderá auxiliar na redução das emissões de carbono no RS até 2040

Redução de emissões no RS por aplicação¹ – cenário 3
2040, MtCO₂e/ano



~3,5 a 8,4

MtCO₂e/ano
Em redução de emissões de escopo 1¹ e 3¹, até 2040

~4%² a 9%³

Do total das emissões escopo 1¹ atuais do estado do RS³

~17%⁴ a 38%⁵

Das emissões escopo 1¹ atuais dos setores do RS onde o H₂V é aplicável⁶

1. Escopo 1: emissões liberadas resultado direto das operações dentro do estado; Escopo 3: emissões indiretas que ocorrem na cadeia de valor do estado;
2. Potencial de redução de emissões de 3,5 MtCO₂e em 2040 vs. emissões totais de 84,3 MtCO₂e RS em 2020 (de acordo com o Observatório do Clima utilizando a metodologia GWP-AR5);
3. Considerando a contribuição do RS para as reduções totais de emissões (8,4 MtCO₂e em escopo 1 e 3) vs. as emissões totais do estado (84,3 MtCO₂e em escopo 1);
4. Potencial de redução de emissões de 3,5 e 8,4 MtCO₂e em 2040 vs. emissões de 20,2 MtCO₂e em setores do RS onde o H₂V é aplicável;
5. Considerando a contribuição do RS para as reduções totais de emissões (8,4 MtCO₂e em escopo 1 e 3) vs. as emissões onde o H₂V é aplicável no estado (20,2 MtCO₂e);
6. Setores aplicáveis incluem fertilizantes sintéticos na agropecuária, queima de combustíveis em transporte rodoviário, aéreo, ferroviário e hidroviário, produção de combustíveis em refinarias, aquecimento industrial, uso de combustíveis na agropecuária, consumo de combustíveis para processos industriais de cimento, ferro gusa e aço;

Fonte: Observatório do Clima

HIDROGÊNIO VERDE

Considerações finais



RS tem grande potencial eólico e solar para o desenvolvimento de projetos de H₂V



Economia atual, infraestrutura e posição estratégica para projetos de H₂V



Demandas interna e externa atual e projetada são adequadas para empreendimentos em escala



H₂V tem papel central em ajudar o mundo a atingir a neutralidade de carbono até 2050 e limitar o aquecimento global a 1,5°C



H₂V é fundamental para permitir um sistema de energia descarbonizado



Custos de produção de H₂V competitivos no cenário nacional e internacional

Mais informações sobre o
H₂V no Rio Grande do Sul:

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE
E INFRAESTRUTURA

h2v@sema.rs.gov.br



GOVERNO
DO ESTADO

**RIO
GRANDE
DO SUL**

O futuro nos une.

estado.rs.gov.br

