

ENERGIA
PECÉM



DIAMANTE
GERAÇÃO DE ENERGIA

Energia Pecém e o H2V

Experiências e Lições do Primeiro Projeto de Produção de Hidrogênio Verde em Escala de MW no Brasi

19 de março de 2026



Sumário Executivo e Propósito

A era da Transição Energética

ENERGIA
PECÉM

DIAMANTE
GERAÇÃO DE ENERGIA

01

Dupla Transição Estratégica



Migração integrada de P&D para O&M industrial, consolidada no livro técnico de referência — da pesquisa à operação em escala.

02

1ª Molécula de H₂V em Escala MW no Brasil



Protagonismo na produção da primeira molécula de hidrogênio verde em escala de megawatt no território nacional — marco histórico do setor.

03

Modelo Fundacional Replicável



Arquitetura de operação e gestão desenhada como blueprint para novos projetos de geração de energia limpa no país.

Um caminho para o mercado de hidrogênio de baixo carbono no Brasil

Nivalde de Castro | Ana Carolina Chaves
Maurício Moszkowicz | Eduardo Serra | Sayonara Elzliário
organizadores



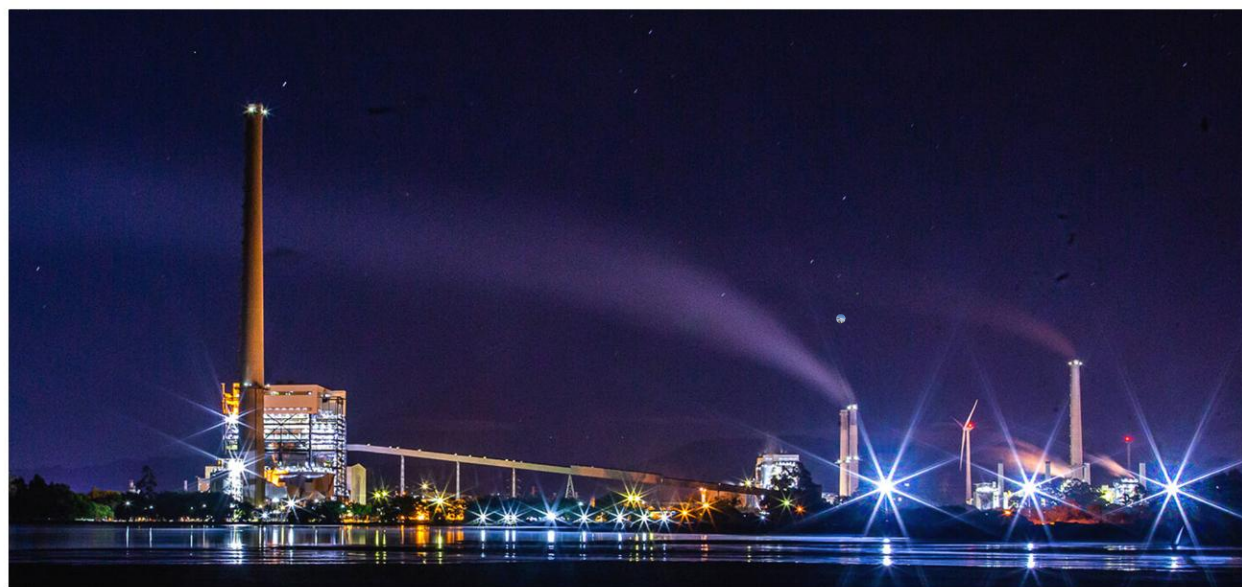
ENERGIA
PECÉM

edp

GESEL
UFRJ

ANEEL
Agência Nacional de Energia Elétrica
Regulação de Energia Elétrica
ANEEL - Agência de Regulação,
Desenvolvimento e Energia

Quem é a Diamante Energia?



Nossa Missão

Transformar energias de forma eficiente, buscando inovação, com respeito às pessoas e ao meio ambiente.



Nossos Valores

Espírito de equipe, saúde e segurança, comprometimento, respeito, profissionalismo e ética.



Nossa Visão

Ser referência em geração de energia confiável, em projetos de Transição Energética Justa e no desenvolvimento das regiões em que atua

Unidade Termelétrica Jorge Lacerda A (UTLA)

- UTLA1: 2 unidade geradoras de 40 MW
- UTLA2: 2 unidades geradoras de 55 MW
- Capacidade instalada: 190 MW

Unidade Termelétrica Jorge Lacerda B (UTLB)

- UTLB: 2 unidade geradoras de 110 MW
- Capacidade instalada: 220 MW

Unidade Termelétrica Jorge Lacerda C (UTLC)

- UTLB: 2 unidade geradoras de 110 MW
- Capacidade instalada: 220 MW

Porto do Pecém Geração de Energia SA

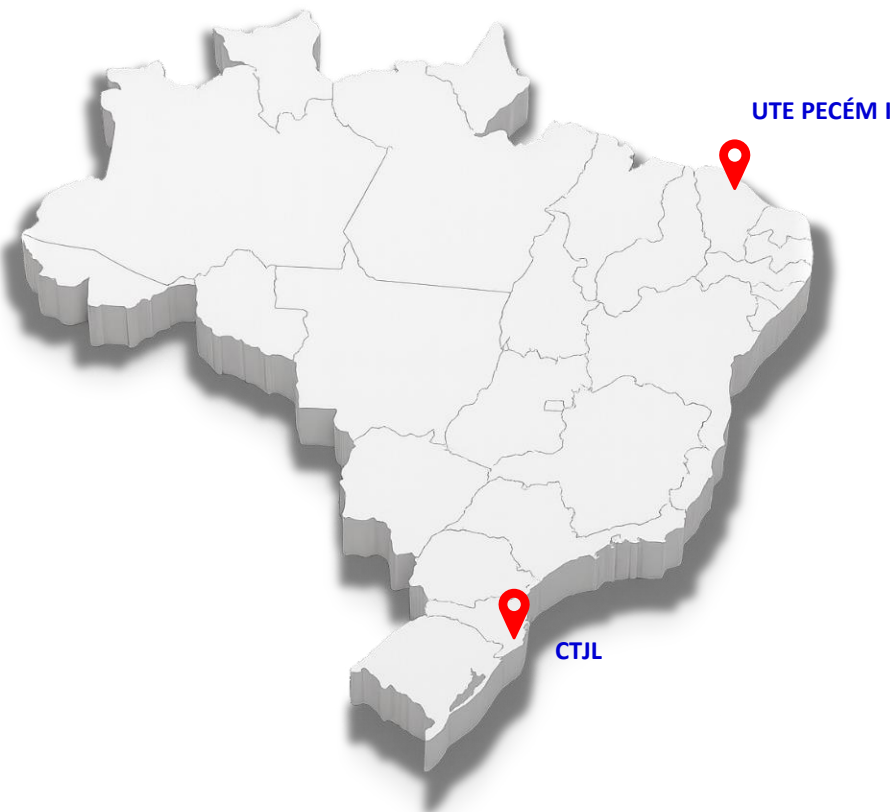
- Energia Pecém: 2 unidades de 360 MW
- Capacidade instalada: 720 MW

Diamante e Energia Pecém

Aquisição e Novo Compromisso

ENERGIA
PECÉM

DIAMANTE
GERAÇÃO DE ENERGIA



Usina Termelétrica do Pecém (Energia Pecém), situada no município de São Gonçalo do Amarante



Capacidade: 720 MWh



Número de Colaboradores: 260



Início de Operação: 2012



Complexo Termelétrico Jorge Lacerda, situado no município de Tubarão de Santa Catarina.



Capacidade: 740 MWh



Número de Colaboradores: 350

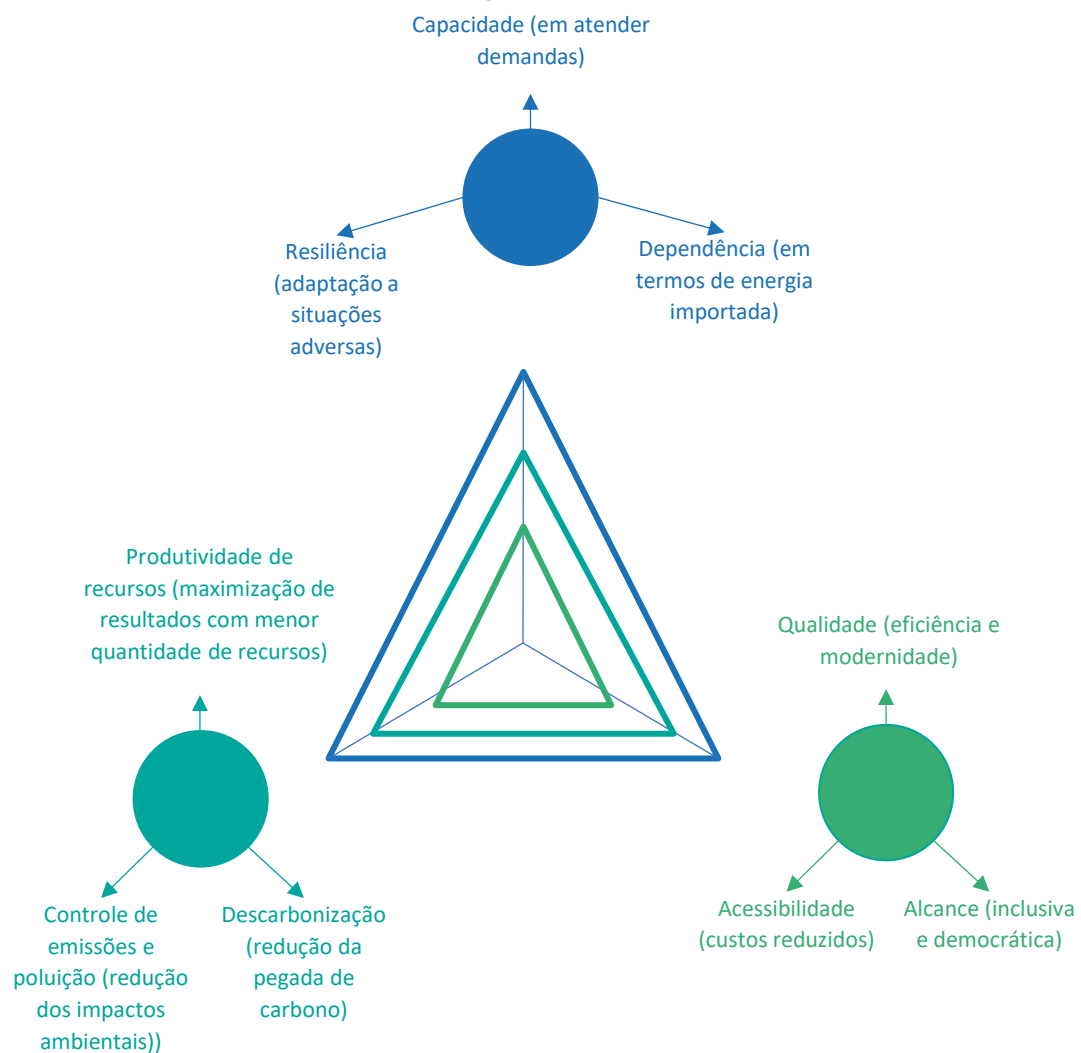


Início de Operação: 1965

Por que hidrogênio e por que agora?

A era da Transição Energética

SEGURANÇA ENERGÉTICA



SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL

EQUIDADE ENERGÉTICA



A “**Transição Energética**” representa o **movimento mundial** de promoção da substituição de combustíveis **fósseis** por fontes energéticas **menos intensivas em carbono**.



Nesse movimento, o **equilíbrio** entre a garantia de acesso à energia de **qualidade, segura, acessível, inclusiva** e **ambientalmente responsável** deve respeitar as metas climáticas globais e contextualizá-las às **realidades socioeconômicas e ambientais** de cada nação (IEA, 2023)



Mudanças significativas na forma de ofertar e utilizar energia são vitais para um mundo mais descarbonizado. Entretanto, as mesmas exigem **adaptações** que somente podem ser promovidas por meio de **processos complexos**

O Ecossistema PDI da Energia Pecém

Track Record de Execução

ENERGIA
PECÉM

DIAMANTE
GERAÇÃO DE ENERGIA



Sede ADM com Cinzas

Projeto de Energia Pecém: Desenvolvimento integrado de 3 projetos para a construção da nova sede administrativa, utilizando conceitos de eficiência energética e sustentabilidade.

Investimento: R\$ 6,5 milhões



Ônibus Elétrico

Projeto de Energia Pecém: Veículo abastecido 100% com energia solar e com autonomia de 300km, utilizado para o transporte intermunicipal de colaboradores da usina.

Investimento: R\$ 4,8 milhões



Estrada Com Cinzas

Projeto de Energia Pecém: Construção de um trecho asfaltado de acesso à UTE, com 1,4 km de extensão e utilizando cinzas na base e sub-base.

Investimento: R\$ 4,8 milhões



Capacidade comprovada de entrega de projetos pioneiros antes do H2V.

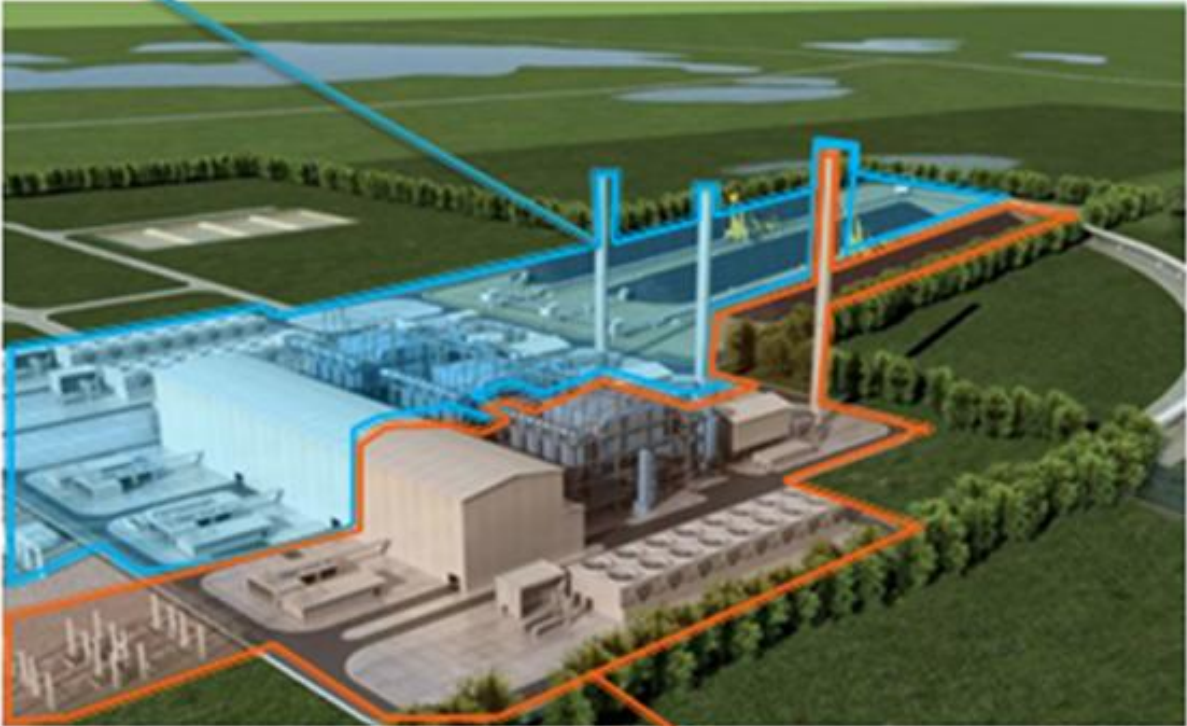
Projeto Pecém H2V

Complexo Termelétrico do Pecém



UTE Energia Pecém

 **DIAMANTE** 100%
GERAÇÃO DE ENERGIA

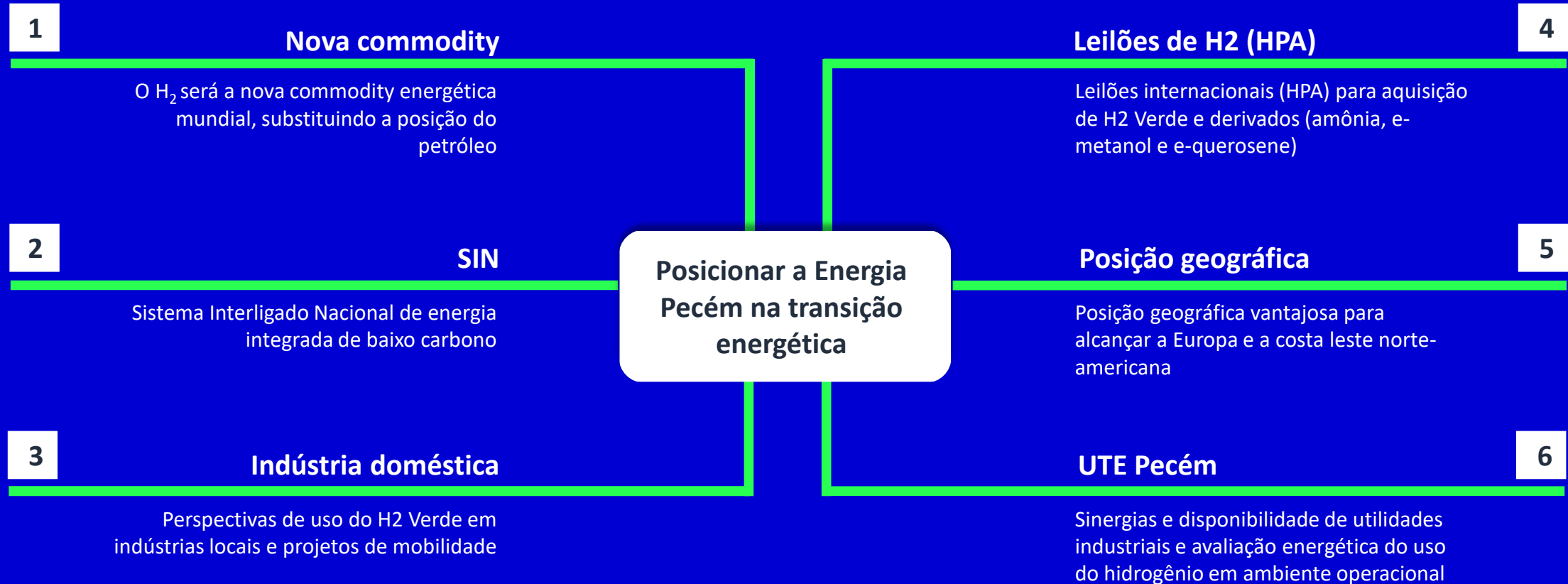


UTE Pecém II

 **eneva** 100%

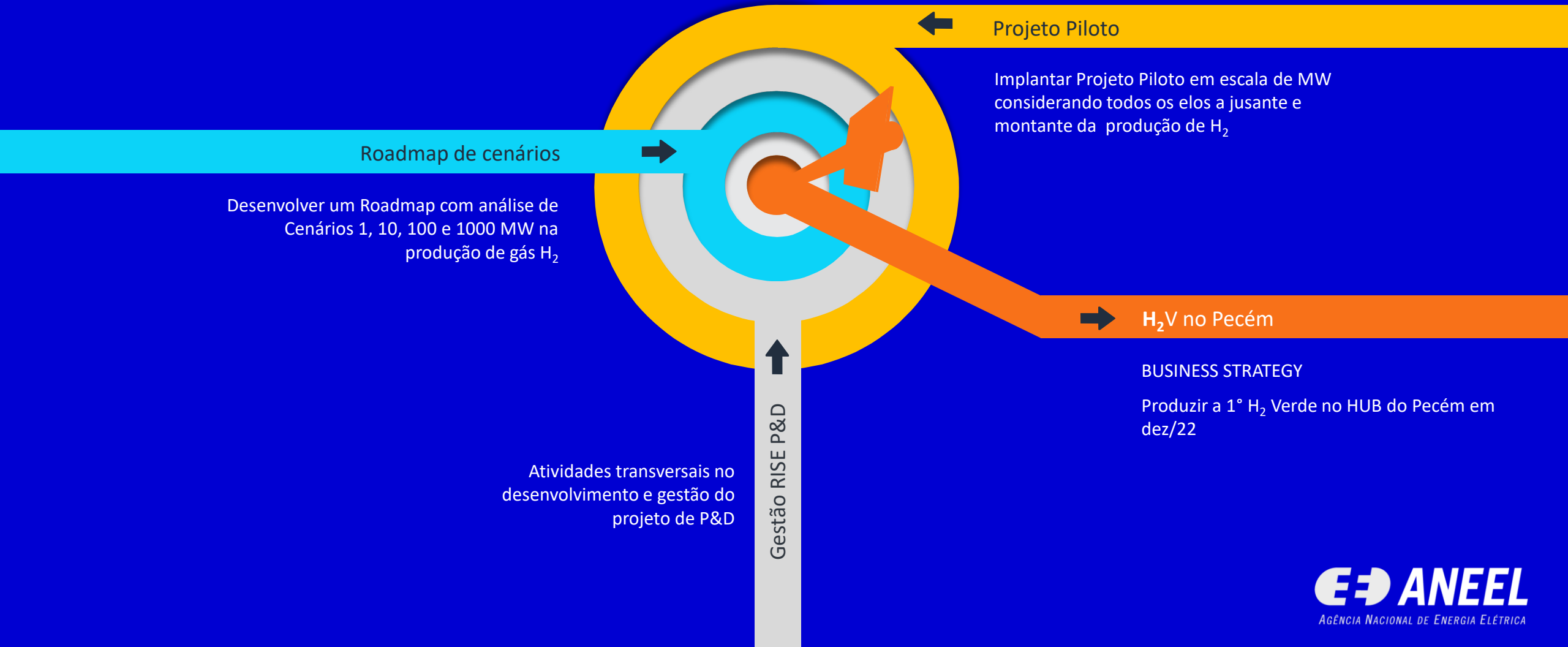
Justificativa

Razões para investir no Hidrogênio Verde



Objetivos

Histórico de projetos de grande impacto do P&D Energia Pecém



Corrente tecnológica

Frentes de pesquisa e desenvolvimento do projeto



Co-queima

Utilizar e verificar os impactos do gás H₂ em escala industrial na **co-queima com óleo diesel e carvão mineral, nas instalações da UTE Pecém** para aumento da energético na caldeira.



Uso industrial

Avaliar a utilização do H₂ em escala industrial os estudos em **aplicações em indústrias** cimenteiras e siderúrgicas em combinações/misturas com combustíveis convencionais

Resfriamento do gerador, célula (qair), mobilidade, blend GN



Armazenamento e transporte

Avaliação das melhores tecnologias voltadas para o **armazenamento e transporte do H₂** de acordo com a escalabilidade de produção



Índices de eficiência técnica/econômica

Desenvolvimento de um índice para correlacionar questões técnicas e econômicas

Vertentes tecnológicas propostas pelo projeto

Tecnologia de produção e abastecimento

UFV 3MW



Estrutura: Tracker

Potência instalada: 3MW

Suprimento Energia Eletrolise:

Dedicação exclusiva para o eletrolisador



Technical Data



Módulos Jinko Solar – 535Wp bifacial

Inversores Sungrow SG250HV – 250kW

Trackers Brametal – Bifila – 116 módulos

Conexão 6,6 kV – Sala Elétrica UTE Pecém

barramento 90BBA

Tecnologia de produção e abastecimento

Eletrolisador tipo PEM de 1,25 MW



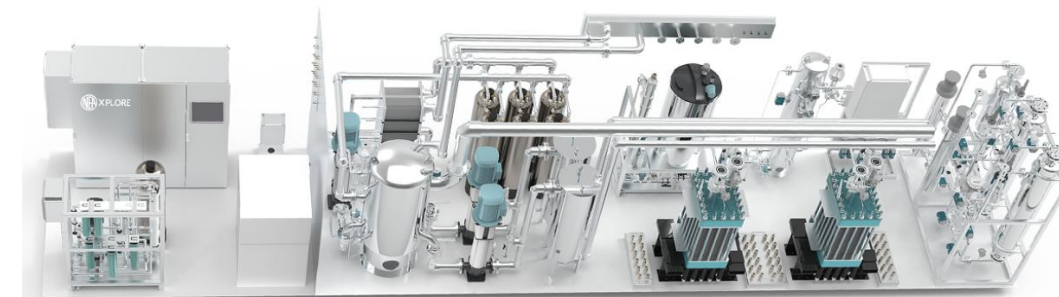
Modelo: HyPEM

Potência instalada: 1,25 MW (modular)

Produção de H_2 : 22.3 kg/h ou 250 Nm³/h

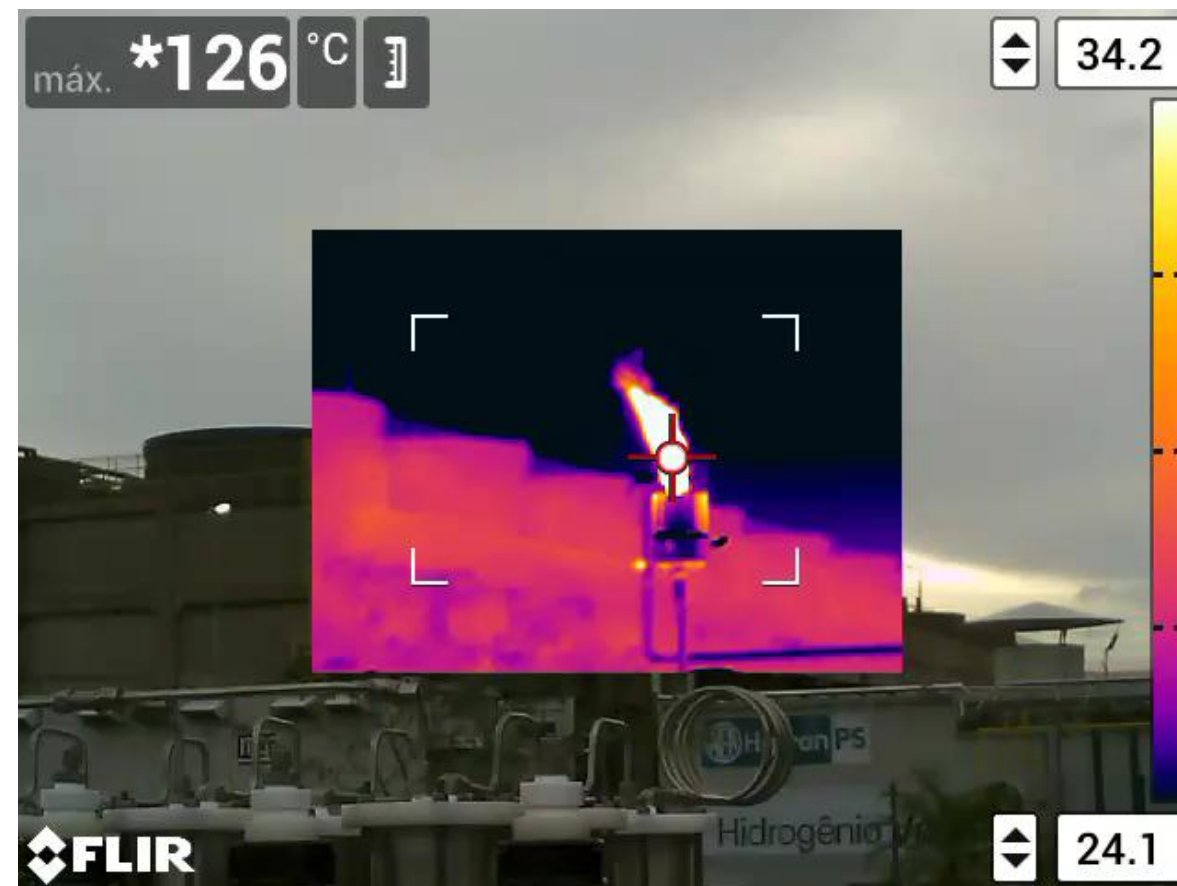
Eficiência: 75%

Eletrolisador: Proton Exchange Membrane (PEM) – livre de cáusticos



Eletrolisador em ação

Produção de gás



Num curto espaço de tempo, foram alcançados “quick wins” significativos, gerando resultados imediatos e avanço ao projeto

Certificação de Origem

CCEE



Projeto pioneiro na obtenção da certificação de origem do hidrogênio verde na CCEE, garantindo rastreabilidade e origem sustentável.

Arrefecimento Gerador

O&M Pecém

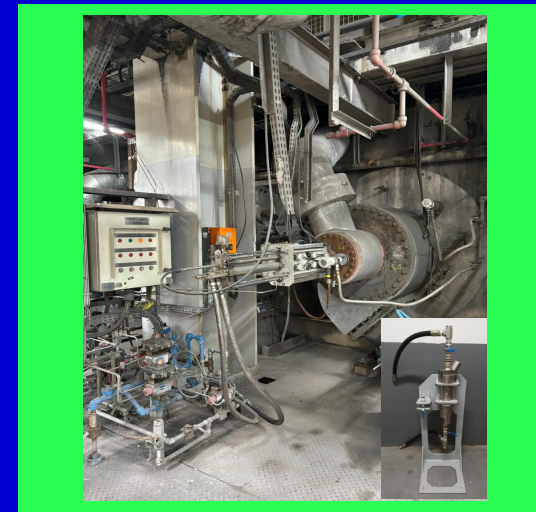


Substituição do hidrogênio cinza pelo hidrogênio verde do projeto piloto aumentou a pureza de 90% para 99,9%

Maior pureza, eficiência aprimorada e melhor desempenho dos geradores da UTE Pecém

Piloto do Queimador

IATI



Desenvolvimento de Prova de Conceito (PoC) do queimador acoplador, possibilitando a co-queima: Hidrogênio e Diesel

Turbo Gerador 360 MW

Gás de Resfriamento



H2 Cinza – 90,0% grau de pureza . Fornecido pela White Martins. Registro no analisador de Pureza de gases

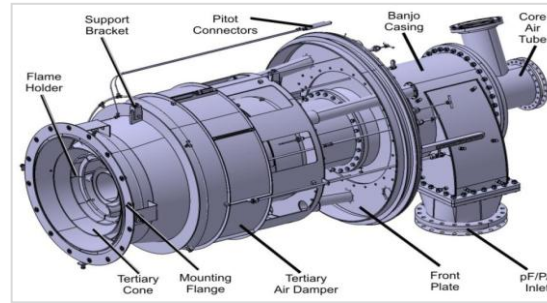
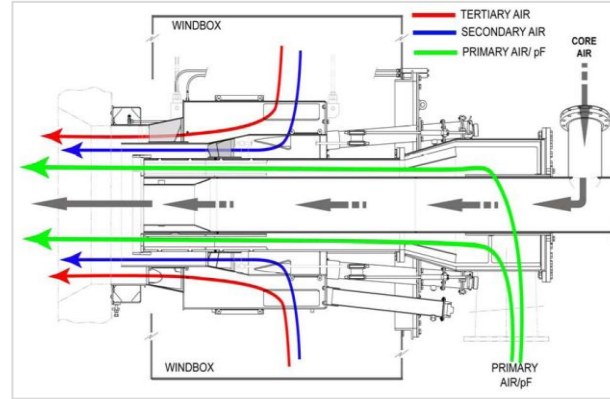
Gás de Resfriamento



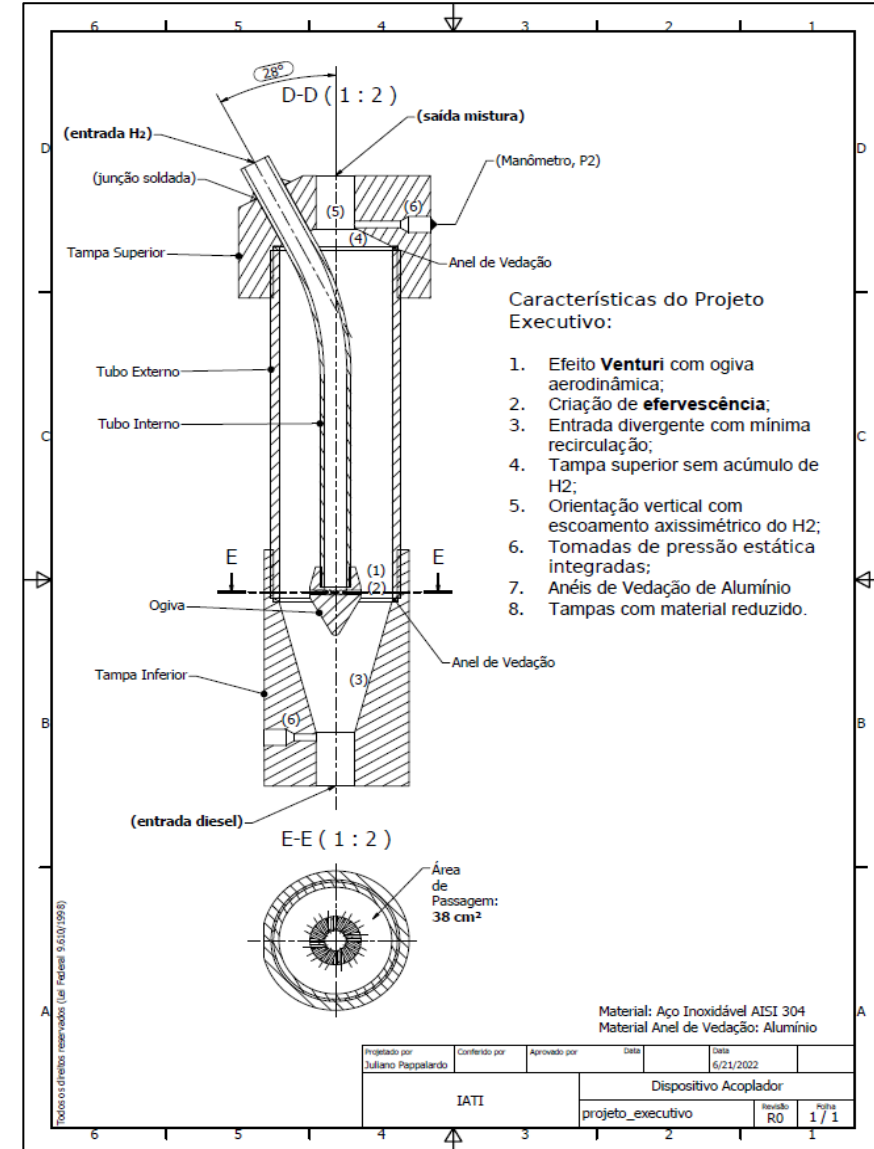
H2 Verde – 99,9% grau de pureza. Fornecido pelo Sistema de Eletrolise. Registro no analisador de Pureza de gases

Queimador Caldeira

Processo de Combustão

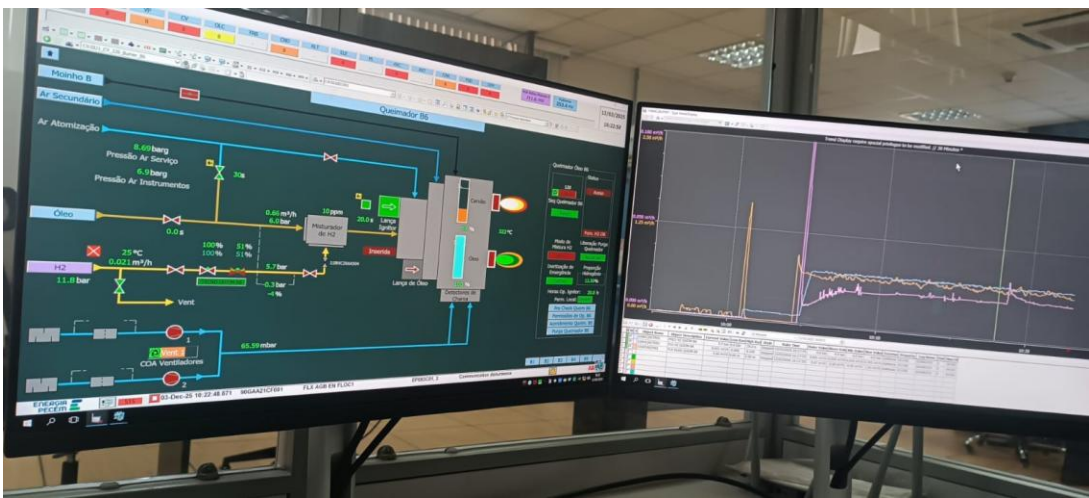


- 1 Fluxo de H₂
- 2 Fluxo Oil Diesel
- 3 Fluxo Oil Diesel + H₂



1º Teste do Dispositivo de Mistura Diesel + H2

TRL 6 - Projeto PDI Pecém H2 Verde



Estratégia de Investimento

Estratégia de Investimento P&D/CAPEX



Pesquisa & Desenvolvimento

- Projeto de Pesquisa e Desenvolvimento
- Eletrolisador

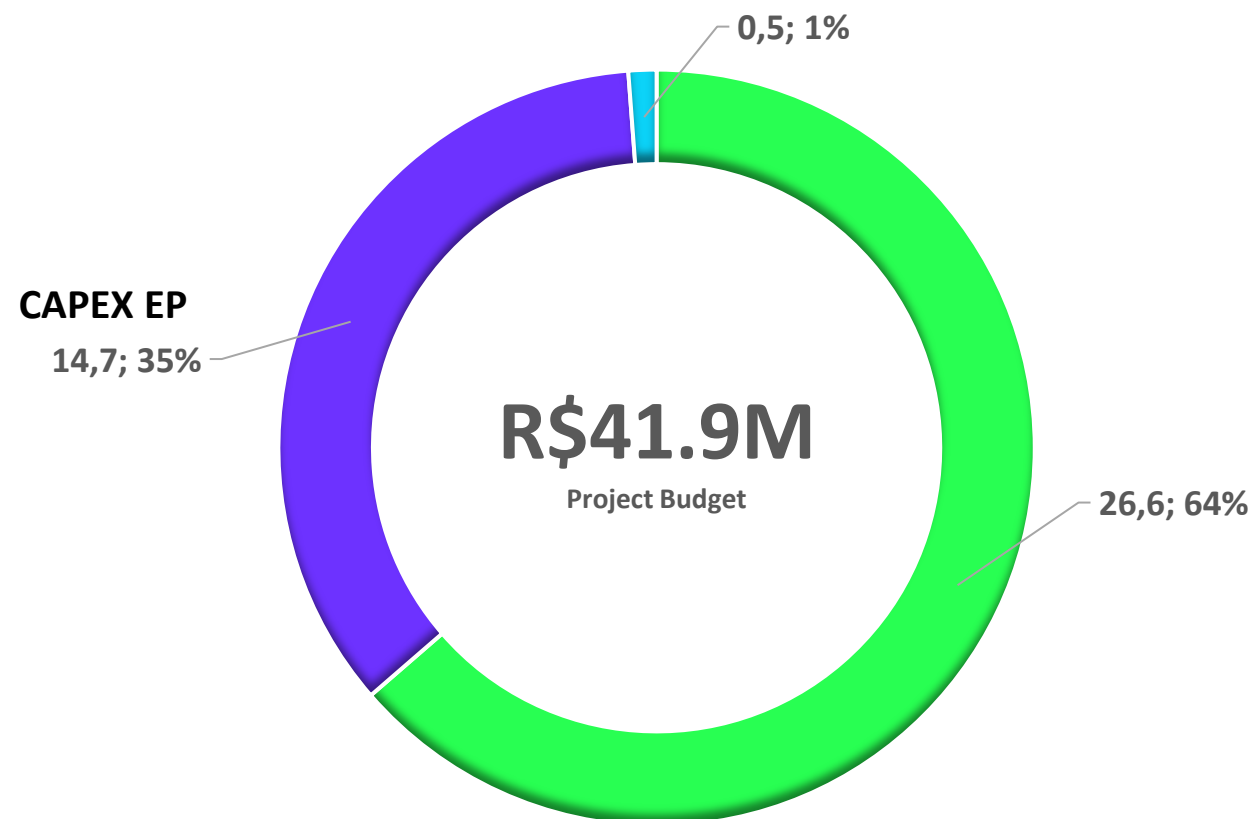


- Usina Fotovoltaica 3MWp



Contrapartida*

- Contrapartida das Executoras no modelo RISE ANEEL



Desafios Reais

O que só quem executou pode contar

01

LOGÍSTICA

Logística e Importação de Tecnologia PEM



Importação de eletrolisador PEM inédito no Brasil — sem precedente alfandegário, regulatório ou logístico



Coordenação de cadeia internacional de fornecedores com lead times de 12-18 meses



Desembaraço aduaneiro de equipamento sem classificação NCM específica — construção do enquadramento do zero

02

LICENCIAMENTO

Licenciamento Pioneiro — Resolução COEMA



Primeiro projeto de H2V a passar pelo licenciamento ambiental completo no Ceará



Contribuição direta para a construção da Resolução COEMA — modelo que virou referência estadual



Negociação técnica com órgãos ambientais sem jurisprudência anterior — cada etapa era precedente

03

INTEGRAÇÃO

Integração Elétrica, Civil e Mecânica com a UTE



Integração de planta de H2V ao barramento da UTE em operação — interface elétrica de alta complexidade



Engenharia civil e mecânica simultânea à operação da termelétrica — zero parada não programada



Formação de equipe multidisciplinar do zero: elétrica, instrumentação, processo e segurança

Premiação Internacional

Reconhecimento e Validação

ENERGIA
PECÉM

DIAMANTE
GERAÇÃO DE ENERGIA

Prêmio H2LAC

Reconhecimento na principal plataforma de hidrogênio verde da América Latina — validação técnica e institucional do modelo de execução Pecém.

O prêmio H2LAC posiciona o projeto como referência continental, confirmando que a abordagem brasileira de integração UTE + H2V é viável, replicável e competitiva em escala global.

H2LAC

Prêmio Internacional

1º

Projeto BR
Reconhecido

LatAm

Referência
Continental

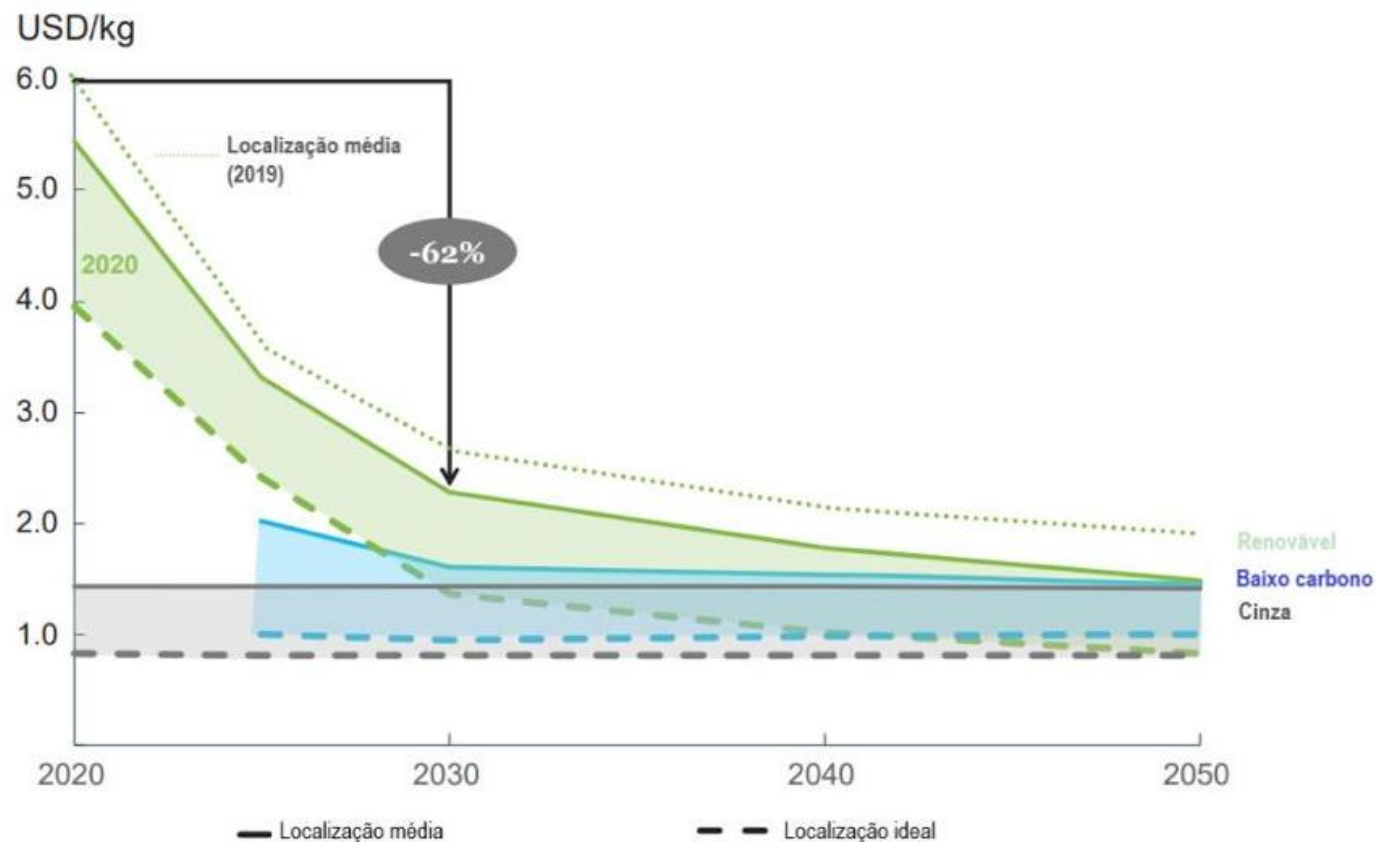


Plataforma para el desarrollo del hidrógeno verde en Latinoamérica y el Caribe.

Custo Hidrogênio Verde

Fatores estratégicos para redução do LCOH segundo o IRENA

Projeção de evolução de custos de produção de H₂



Fatores estratégicos

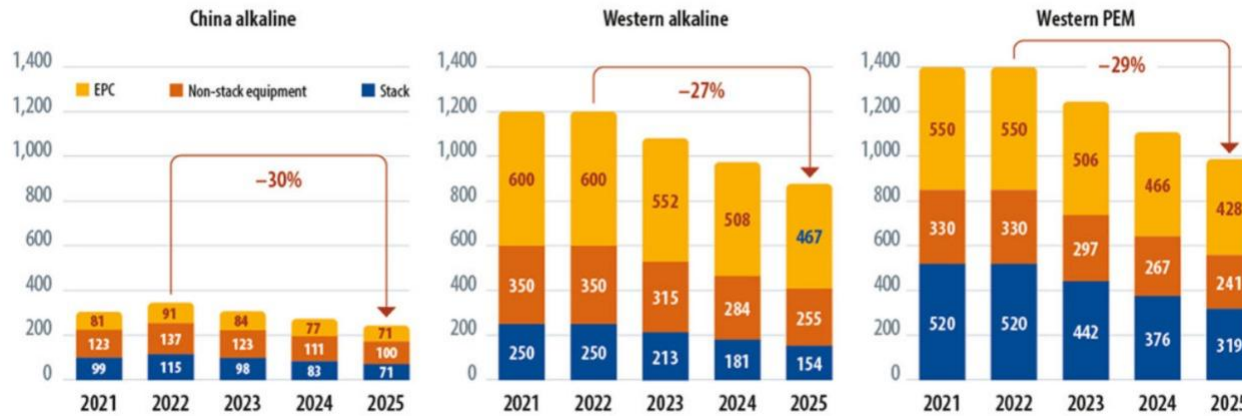
- **Redução do OPEX**, tendo em vista que a energia elétrica representa cerca de 70% do custo de produção.
- **Redução do CAPEX**, e diluição de seus custos por meio do aumento da escala de produção, da vida útil dos eletrolisadores e de seu fator de utilização, o que depende da disponibilidade de energia elétrica;
- **Redução da utilização de materiais raros** (irídio e platina);
- **Precificação do carbono**, com a finalidade de penalizar as tecnologias emissoras decarbono; e
- **Redução da percepção de riscos pelos investidores, financiadores e mercado final**, o que deverá ser endereçada por meio
 - a) do **amadurecimento da tecnologia**,
 - b) de **políticas públicas** de estímulo,
 - c) de **mecanismos de certificação harmonizados** entre os países compradores e vendedores e
 - d) da **garantia de mercado**, como no mecanismo de duplo leilão do H2Global.

Tendências Globais de Custos dos Eletrolisadores

O que está derrubando o CAPEX e moldando a competitividade global até 2030+

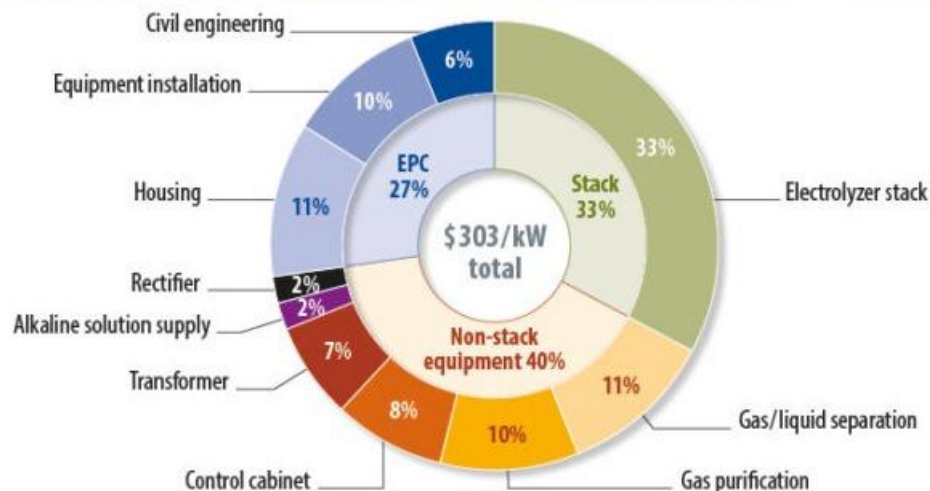
Structure of low-end benchmark costs of electrolysis systems 2021–25 (US-Dollar/kW)

Source: BloombergNEF



Low-end benchmark capex for alkaline electrolysis systems in China

Source: BloombergNEF



1. CAPEX em queda rápida

Redução prevista de ~30% até 2025, com convergência global de preços entre China e Ocidente até 2035.

2. China vs. Ocidente: o abismo de custos

China entrega eletrolisadores a ~US\$ 300/kW; Ocidente permanece acima de € 1.200–1.400/kW.

3. Containerização reduz custos de implantação

Soluções pré-fabricadas já aparecem entre US\$ 700–1.000/kW, acelerando obra e diminuindo riscos.

4. Corrida tecnológica (PEM × AEM × Alcalino)

PEM domina flexibilidade, AEM promete baixo custo pós-2030, alcalino chinês segue líder em preço.

5. Escala e competição derrubarão o CAPEX

Produção global (52 GW) supera muito a demanda (<5 GW), forçando guerra de preços e eficiências crescentes.

ENERGIA
PECÉM



 **DIAMANTE**
GERAÇÃO DE ENERGIA