



ABIHV

Associação Brasileira da Indústria
do Hidrogênio Verde

Levantamento de Falhas e Lições Aprendidas em Projetos Internacionais

O que travou a primeira onda global e o que está de pé agora

Outubro de 2025

Projetos de hidrogênio Verde no mundo já em operação



Mais de 500 projetos em FID, construção ou operação

- US\$ 110 bi investidos



FID em alta: crescimento anual > 50 % desde 2020

- IEA 2025



~ 6 Mtpa comprometidos e 9–14 Mtpa esperados até 2030



Exemplos de sucesso:

- ATOME (Paraguai);
- NEOM (SA);
- Hy24/Air Liquide (EU);
- China (1,6 Mtpa operacional);
- Américas (Chile e Canadá com FID firmes).

Projetos de Sucesso

Projeto	Região	Segmento	Capac. ↓	Produção	Status	FID/Marco	Parceiros	Fonte
NEOM gH ₂	Arábia Saudita (NEOM)	NH ₃ V export	≈2,2 GW _e (capac. Instalada) ou ≈1,4 GW _e (Pot. Méd. Eq.)	≈1,2 Mtpa NH ₃ V	FID tomado; em construção ≈80% (2025)	2023–24 (Fin. e EPC)	<ul style="list-style-type: none"> ACWA Power Air Products NEOM Thyssenkrupp Nucera. 	Thyssenkrupp Nucera
Stegra gH ₂	Boden, Suécia	Aço Verde	740 MW _e	≈111 000 tpa H ₂ V	FID tomado; em construção 60% (2025)	2024-2026 (FID. e Operação)	<ul style="list-style-type: none"> Stegra Hy24 Thyssenkrupp Nucera. e outros. 	FCW
Kuqa gH ₂ (Sinopec)	China (Xinjiang)	H ₂ V p/ refino/petroq.	≈260 MW _e	≈20.000 tpa H ₂ V	Operacional (desde 2023)	2021–23 constr./oper.	<ul style="list-style-type: none"> Sinopec 	Sinopec Hydrogen Insight
Holland Hydrogen I	Países Baixos (Roterdã)	H ₂ V (PEM) p/ indúst/portos	200 MW _e	≈31 000 tpa H ₂ V	FID 2022 Start-up 2026	2022	<ul style="list-style-type: none"> Shell Thyssenkrupp Nucera. 	CNBC
ATOME	Paraguai (Villeta)	H ₂ V → fertilizantes (offtake Yara)	≈145 MW _e (fase 1)	120 000 tpa NH ₃ V	Pré-FID - Offtake 100% (2025)	2025 (offtake)	<ul style="list-style-type: none"> ATOME Energy Yara 	ATOME
REFHYNE II	Alemanha (Wesseling)	H ₂ V (PEM) p/refino	100 MW _e	16 000 tpa H ₂ V	FID tomado; em construção	Jul/2024	<ul style="list-style-type: none"> Shell ITM Power Linde 	Shell News

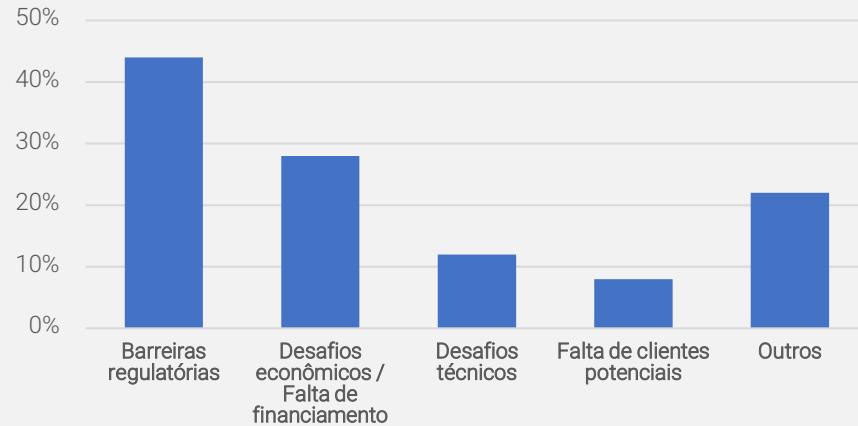
Projetos de Sucesso

Projeto	Região	Segmento	Capac. ↓	Produção	Status	FID/Marco	Parceiros	Fonte
Hyoffwind	Bélgica (Zeebrugge)	H ₂ V p/ mob./indúst.	25 MW _e	≈ 3 900 tpa H ₂ V	FID tomado; em construção	Jul/2024	<ul style="list-style-type: none"> Virya; HyoffGreen; Messer; John Cockerill 	Johncockerill
Yara Herøya (Porsgrunn)	Noruega (Herøya)	H ₂ V (PEM) p/ amônia/fert.	24 MW _e	≈ 20 000 tpa NH ₃ V	Operacional (inaug. jun/2024)	2024 (start-up)	<ul style="list-style-type: none"> Yara Linde Engineering ITM Power 	Yara International
Iberdrola Fertiberia	Espanha (Puertollano)	H ₂ V p/ amônia/fert.	20 MW _e	≈ 3.000 tpa H ₂ V	Operacional (2022)	2022 (start-up)	<ul style="list-style-type: none"> Iberdrola Fertiberia Nel 	Iberdrola
ARENA ENGIE	Austrália (Karratha)	H ₂ V → amônia	10 MW _e	≈ 1300 tpa H ₂ V	FID 2022; em construção	set/2022	<ul style="list-style-type: none"> ENGIE; Mitsui Yara Pilbara 	ARENA HyResource
REFHYNE I	Alemanha (Wesseling)	H ₂ V (PEM) p/ refino	10 MW _e	≈ 1 300 tpa H ₂ V	Operac; ref. p/ FID do II	2021–22 (operação)	<ul style="list-style-type: none"> Shell ITM Power 	REFHYNE
Air Products N.Z H ₂	Canadá (Alberta)	H ₂ Azul (CCS)	(SMR+CCS)	165 000 tpa H ₂ V	FID/Anúncio 2021; execução	jun/2021	<ul style="list-style-type: none"> Air Products; Gov. Canadá 	Invest Canada

Contexto Global

- **US\$ 110 bilhões em hidrogênio limpo**, mas apenas 1 Mtpa está em operação.
- Após uma fase de euforia e anúncios, o setor passa agora por uma etapa de consolidação na qual prevalecem os projetos com base real, offtakers firmes e arcabouço regulatório claro.
- Esse movimento é natural em toda nova indústria, o mesmo ocorreu com solar e eólica, e pavimenta o caminho para o crescimento sustentável do hidrogênio limpo.
- O Brasil e o Nordeste têm condições únicas de atrair projetos que se mantenham de pé.

Participação dos projetos de hidrogênio cancelados por motivo de cancelamento



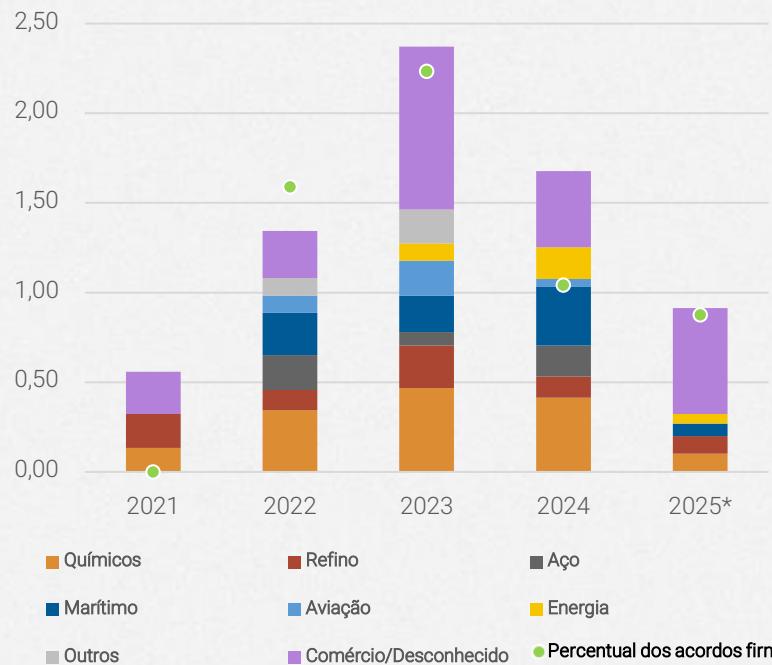
O setor passa por uma fase de consolidação, em que prevalecem os projetos sólidos e bem estruturados

Notas: Um total de 32 projetos com informações disponíveis sobre os motivos de cancelamento são incluídos. Cada projeto pode citar mais de uma barreira como contribuinte para seu cancelamento. As categorias refletem motivos autorrelatados pelos desenvolvedores dos projetos ou anúncios oficiais. "Projetos em estágio inicial" referem-se a projetos cancelados nas fases iniciais de desenvolvimento, alguns sem declarar publicamente um motivo para o cancelamento e outros citando também um dos demais motivos apresentados no gráfico.

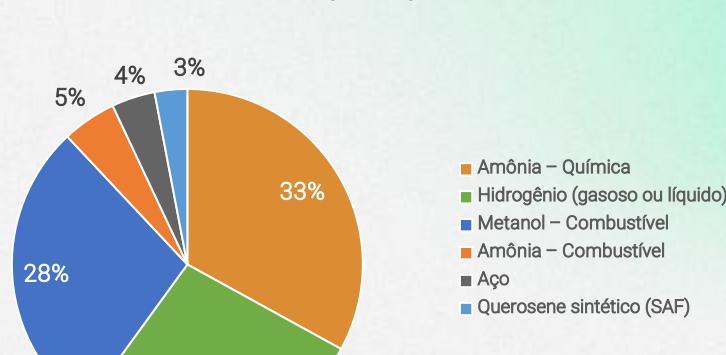
Demanda Global – Acordos de offtake

Acordos de offtake assinados para hidrogênio e derivados de baixa emissão (2021 – 2025)

Acordos anuais por setor
(valores aproximados em Mtpa H₂-eq)



Participação acumulada por produto
Total acumulado considerado: 1,6 Mtpa H₂-eq.



Notas: Os dados de 2025 incluem anúncios até julho.

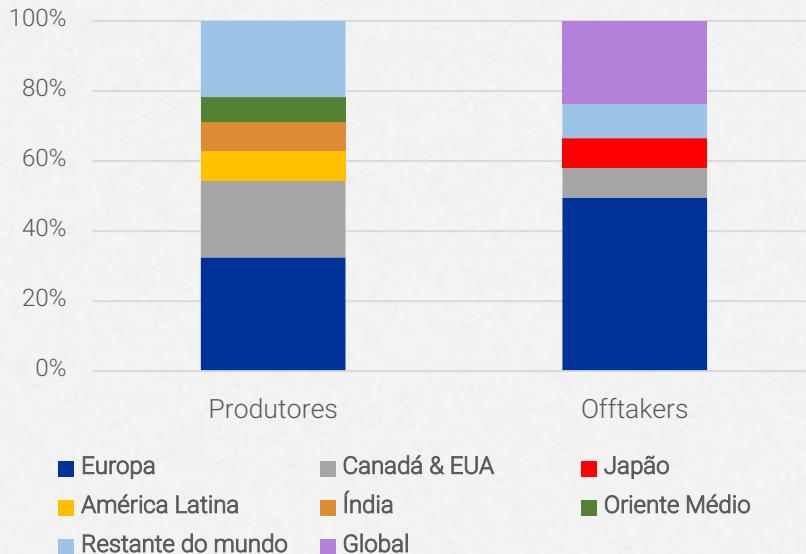
“Desconhecido” inclui acordos de offtake anunciados sem uma aplicação final divulgada para hidrogênio ou combustíveis à base de hidrogênio.

“Outros” inclui transporte rodoviário e aplicações industriais que não sejam produtos químicos e aço. Apenas acordos de offtake que divulgam a quantidade acordada e que indicam que ocorrerão antes de 2030 foram incluídos.

Os acordos firmes de offtake são classificados pelo ano em que se tornaram firmes. Acordos cancelados foram excluídos. Anúncios para produção de hidrogênio e autoconsumo não estão incluídos.

Demanda Global e Momento Brasileiro

Distribuição regional de acordos de offtake acumulados
(2020 – 2025)



Os compradores europeus dominam os contratos firmes de hidrogênio de baixa emissão.

No Brasil, a indústria ainda está em desenvolvimento, com pontos vitais a serem definidos



Ainda não há offtakers domésticos relevantes para H₂V/NH₃V com contratos vinculantes



Ausência de mandatos e instrumentos de indução da demanda (misturas obrigatórias, cotas, metas setoriais)



Dúvidas regulatórias sobre o **atributo verde** e sua separação do produto físico.



Insegurança sobre modelos de **book & claim** no contexto brasileiro.

Amadurecimento do setor



Entre 2024 e 2025, muitos projetos foram reavaliados à luz de custos, regulação e mercado. Essa reavaliação é um sinal de maturidade – a indústria está aprendendo, ajustando e fortalecendo seus fundamentos.

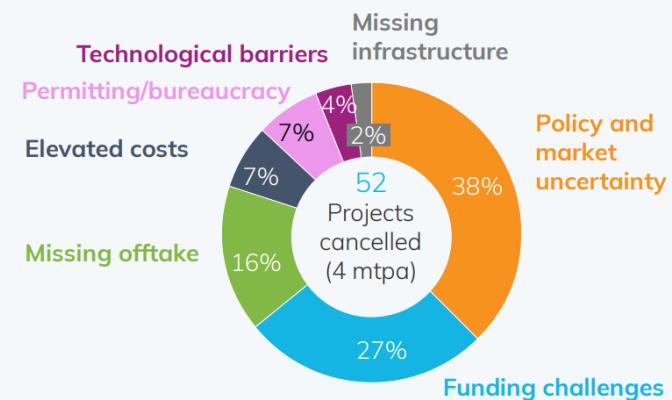


O setor passa agora de uma fase de anúncios para uma etapa de consolidação – **priorizando projetos com base industrial e contratos firmes**.



Algumas empresas globais adotaram uma estratégia mais cautelosa ('Fill, Hold and Fold'), garantindo posição em projetos estratégicos enquanto aguardam maior clareza regulatória e de mercado.

Exhibit 5: Reasons for announced project cancellations¹, % of # of projects



Count of cancelled projects does not include projects that have been paused or cancelled without public announcements, potentially undercounting the total

Amadurecimento do Setor



“Fill, Hold and Fold”: estratégia cautelosa de grandes empresas globais



Fill

Entrar antecipadamente em projetos estratégicos para assegurar presença e acesso a oportunidades futuras.



Hold

Manter posição estratégica (terrenos, licenças, acordos) enquanto avalia condições de mercado, regulação e financiamento.



Fold

Reposicionar ou redirecionar esforços quando o contexto econômico ou regulatório não oferece previsibilidade adequada.



Efeito no mercado

Pode reduzir o ritmo de novos investimentos e atrasar a entrada de novos players no mercado de hidrogênio.



Mensagem para o Brasil e o Nordeste

O Brasil e o Nordeste podem evitar essa armadilha adotando desde o início critérios claros de compromisso industrial, offtake firmado e execução em etapas realistas.

Fatores que vêm limitando o avanço dos projetos de exportação de hidrogênio verde e derivados para o FID – *final investment decision*



Offtake limitado:

Só 25% têm compradores potenciais; incerteza regulatória trava contratos.



Infraestrutura:

85% via amônia → 13.7 Mtpa H₂-eq (~75 Mtpa NH₃). Exige quadruplicar comércio global de NH₃ e investir em portos/cracking ainda imaturos.



Escala elevada:

>50% acima de 200 ktpa (vs. 90% dos FIDs <200 ktpa). Grandes projetos vistos como arriscados (ex.: NEOM, Greenko = 70% do volume FID em eletrólise).



Concentração em EMDEs*:

60% dos projetos em emergentes (fora China), com alto custo de capital e incerteza regulatória.

Projetos Reavaliados e Lições Aprendidas

Grande parte dos projetos reavaliados estava em fase inicial de desenvolvimento. Esses casos ilustram o processo natural de consolidação da indústria, que avança aprendendo com os ajustes necessários e fortalecendo os fundamentos do setor.

Iniciativa / Projeto	Localização	Causa Específica da Revisão
Projeto de Eletrólise (120 MW _e) (Neste)	Finlândia	Revisão regulatória reduziu a atratividade do projeto de eletrólise.
Planta de e-metanol (Orsted)	Estados Unidos	Reavaliação de projetos de e-metanol após corte de financiamento do DOE (US\$ 100 milhões).
Project SECURE – Etileno de CO ₂ e H ₂ (Technip Energies & LanzaTech)	Estados Unidos	Reavaliação de projetos de e-metanol após corte de financiamento do DOE (US\$ 100 milhões).

Políticas e Regulação: os fatores-chave para o Destravamento do Setor

A **clareza regulatória** é determinante para transformar intenções em projetos reais. Em 2024–25, diversos empreendimentos globais foram reavaliados devido à ausência temporária de marcos claros, processo que hoje avança com novas políticas e sistemas de certificação.

44%

dos projetos revisados mencionaram desafios de licenciamento e regulação.

38%

citaram incertezas políticas e de mercado, hoje endereçadas por instrumentos como o *Inflation Reduction Act* (EUA) e as diretrizes RFNBO – (renewable fuels of non-biological origin in the European Union).

Grandes empresas adotaram postura cautelosa (“Fill, Hold and Fold”), aguardando definições, prática natural em um mercado em consolidação.

Políticas e Regulação: o fator-chave para o Destravamento do Setor



Lado da Oferta: PHBC

O PHBC atua principalmente pelo lado da oferta, via incentivos fiscais e crédito tributário.

Para que os projetos avancem ao FID, é essencial combinar o PHBC com mecanismos robustos de demanda garantida (mandatos, leilões, compras públicas) que amarrem a política de hidrogênio a quem compra no fim da cadeia.



Lado da Demanda - o que falta no Brasil?

- Histórico brasileiro de sucesso com mandatos e leilões (etanol, biodiesel, eólica, solar).
- Para H₂V, ainda faltam instrumentos dedicados de gerenciamento pelo lado da demanda:
 1. Mistura obrigatória em setores específicos;
 2. Metas de uso em refinarias, fertilizantes, aço, transporte;
 3. Compra pública.



A agenda da ABIHV para 2025/26 inclui justamente a construção desses instrumentos de demanda

Evolução da Demanda e Estruturação de Offtakes

A demanda global por hidrogênio passa de uma fase de expectativas para um estágio de consolidação.



Apenas 9% dos projetos reavaliados em 2024 apontaram ausência de clientes como principal desafio, um indicativo de que a base de consumo começa a se firmar.



Europa: ajustes e renegociações fortalecem contratos de longo prazo e ampliam viabilidade financeira.



Japão: programas de co-combustão com amônia evoluem em fase de testes, com foco em eficiência econômica.



Brasil: a estruturação de offtakes ainda esbarra na ausência de mandatos de demanda para H₂V e derivados, na indefinição regulatória sobre certificação e rastreabilidade do atributo verde e na dificuldade de bancarizar contratos de longo prazo sem esses instrumentos.



Setores não regulados: ainda mostram ritmo menor, enquanto indústrias vinculadas a metas climáticas (aço, fertilizantes, transporte marítimo) lideram os novos FIDs.

Exemplo: projetos orientados a fertilizantes, como o caso da Atlas Agro, mostram como a falta de um arcabouço claro para o atributo verde impacta diretamente a negociação contratual.

Financiamento e Incentivos: o caminho da maturação econômica

O acesso a capital competitivo e políticas claras é essencial para viabilizar grandes projetos de hidrogênio. Em 2024-25:

28%

dos projetos reavaliados mencionaram desafios econômicos.

27%

relataram dificuldades de financiamento, reflexo de um processo de consolidação de mercado que vem fortalecendo a base financeira do setor.



Timing e clareza de políticas → determinantes para fechar o caso de negócio.



Europa: novos mecanismos de funding e leilões estão criando bases sólidas para futuros FIDs.



Estados Unidos: ajustes regulatórios e fiscais tornaram o pipeline mais realista e executável.

Mercado global: cerca de 31 % dos projetos em fase inicial foram naturalmente despriorizados, à medida que o setor amadurece e adota modelos financeiros mais consistentes.

O aprendizado global demonstra que a previsibilidade política e o acesso a instrumentos de financiamento adequados são os pilares que destravam a nova onda de investimentos em hidrogênio limpo, oportunidade clara para o Brasil e o Nordeste.

Estruturas de *funding* em projetos de referência



Participação do Estado em projetos internacionais

- Mongólia, Arábia Saudita e outros exemplos: o Estado entra como acionista em projetos estratégicos, assumindo parte do risco de equity.
- Abordagem difere do modelo brasileiro, focado em crédito fiscal e financiamento (BNDES), com pouca participação acionária direta.
- Isso tem impacto no custo de capital percebido e na atratividade para investidores privados



Capital catalítico – lacuna para EMDEs

- Discussões recentes em fóruns internacionais e na COP reforçam a necessidade de capital catalítico para projetos de hidrogênio em estágios iniciais em países em desenvolvimento.
- Hoje, há um descompasso entre as necessidades de países como o Brasil e a oferta real de instrumentos globais dedicados.

Estruturas de *funding* em projetos de referência

Projeto	Produto / Segmento	CAPEX estimado	Estrutura de capital (aprox.)	Principais financiadores / instrumentos de dívida	Principais investidores de equity	Apoio público / instrumentos de política	Estágio / Observações
NEOM Green Hydrogen Co. – NGHC (Arábia Saudita)	~219 kt H ₂ /ano convertidos em 1,2 Mt/ano de NH ₃ verde para exportação (principalmente Europa). Fonte	US\$ 8,4 bi (investimento total). Fonte	≈ US\$ 2,3 bi em equity e shareholder loans (~27%) + ≈ US\$ 6,1 bi em dívida non-recourse (~73%), sendo US\$ 5,8 bi em dívida sênior e o restante mezzanine. Fonte	23 bancos locais, regionais e internacionais. Dentro disso, cerca de US\$ 2,75 bi (>40% da dívida) vêm de financiamento público saudita: US\$ 1,5 bi do <i>National Infrastructure Fund</i> e US\$ 1,25 bi do <i>Saudi Industrial Development Fund</i> . A operação é certificada pela S&P como um dos maiores <i>green project financings</i> já estruturados. Fonte	Joint venture 1/3 – 1/3-1/3 entre NEOM (veículo ligado ao PIF), ACWA Power e Air Products. Fonte	Forte papel do Estado saudita via fundos de desenvolvimento (NIF e SIDF) e equity indireto via NEOM/PIF; - Acordo de offtake exclusivo de 30 anos com a Air Products (para NH ₃) reduz risco de demanda e deu conforto para os bancos; - Reformas regulatórias e acesso a terra/infra estruturados pelo governo. Fonte	FID concluído; obra >80% concluída e início de operação previsto para final de 2026. É hoje o blueprint de megaprojeto integrado (4 GW renováveis + H ₂ + NH ₃ + exportação). Fonte
H2 Green Steel (Stegra) – Boden (Suécia, UE)	Aço "near-zero": 2,5 Mt/ano de aço, com cadeia integrada H ₂ verde + ferro-esponja (DRI) + aço. Fonte 1/ Fonte 2	≈ € 6,5 bi em funding total já assegurado. Fonte 1/ Fonte 2	€ 4,2 bi em dívida de project finance (~65%), divididos em € 3,5 bi de dívida sênior + até € 600 mi de dívida júnior; € 2,1 bi em equity (~32%); € 250 mi em grant do EU Innovation Fund (~4%). Fonte 1/ Fonte 2	>20 financiadores: BNP Paribas, ING, KfW IPEX-Bank, SocGen, UniCredit, SEK (Svensk Exportkredit), EIB etc. A dívida sênior é parcialmente coberta por garantia verde da Riksgälden (Tesouro sueco) e seguro de crédito à exportação da Euler Hermes , ambos em € 1,2 bi (garantindo 80% e 95% dos empréstimos, respectivamente). Fonte 1/ Fonte 2	Equity total de € 2,1 bi com investidores como Microsoft Climate Innovation Fund, Mubea, Siemens Financial Services, IMAS Foundation, Just Climate e outros fundos climate tech. Fonte 1 / Fonte 2	Grant de € 250 mi do EU <i>Innovation Fund</i> - Garantias públicas de crédito (Tesouro sueco + Euler Hermes) alavancando dívida privada; - Empréstimos da EIB e de bancos de desenvolvimento; - Longos PPAs renováveis e contratos de venda de aço de 5–7 anos cobrindo ~50% do volume inicial, o que funciona como "ancoragem de demanda" para os bancos. Fonte 1/ Fonte 2	FID já tomado; obra em andamento em Boden. Caso de escolha de blended finance: combinação de grant, garantias públicas, bancos multilaterais e investidores privados para viabilizar um projeto intensivo em CAPEX e risco tecnológico. Fonte 1/ Fonte 2

Aprendizados sobre Leilões e Sinais de Preço

O desenho dos mecanismos de leilão é decisivo para garantir previsibilidade e atratividade financeira aos projetos de hidrogênio.

As experiências iniciais mostraram que modelos fragmentados, cobrindo apenas parte da cadeia, limitam a segurança de receita.



Programas de leilões na Europa e Ásia vêm adotando modelos integrados (H2Global, CfD), que asseguram preço e offtake de longo prazo.



O aprendizado tem fortalecido o papel do Estado como catalisador de demanda firme e redução de risco de investimento.



No Japão, projetos de co-combustão com amônia avançam em fase de validação econômica, contribuindo para a transição energética regional.

O Brasil e o Nordeste têm a chance de estruturar seus futuros mecanismos de incentivo com base nesses aprendizados, garantindo previsibilidade, competitividade e compromisso de demanda em toda a cadeia.

Aprendizados sobre Leilões e Sinais de Preço



O que é um leilão bem sucedido?

- Projetos contratados que efetivamente atingem FID e entram em operação.
- Baixa taxa de cancelamento/atraso dos contratos premiados.
- Volume instalado próximo ao volume originalmente contratado.

Aspecto	Boas práticas em leilões de H ₂ V (ex.: H ₂ Global, CfDs nacionais)	Riscos / problemas observados (ex.: Hydrogen Bank com lances muito baixos)
Estrutura do mecanismo	Modelo integrado: considera produção e consumo, com contratos <i>back-to-back</i> de longo prazo.	Foco apenas em um elo da cadeia (produção) sem ancoragem clara na demanda final.
Critério de seleção	Combina preço com avaliação de risco, viabilidade e maturidade do projeto.	Critério quase exclusivo de menor preço ofertado , incentivando propostas pouco realistas.
Garantias e maturidade do projeto	Exige comprovação de estágio avançado (licenciamento, estudos, offtakes) e garantias bancárias	Ausência ou baixa exigência de garantias e de checagem de maturidade → espaço para "apostas".
Sinal de preço ao investidor	Oferece preço mínimo ou faixa de preço estável por período longo, reduzindo risco de receita.	Lances agressivos (ex.: ≈0,30 €/kg) sem sustentação → contratos que dificilmente chegam ao FID.
Resultado típico	Maior taxa de projetos contratados que chegam ao FID e à operação .	Alta probabilidade de atrasos, revisões ou cancelamentos, com baixo volume efetivamente instalado.

Critérios mínimos de maturidade para participação em leilões de H₂V



A ABIHV recomenda que o PHBC e futuros leilões setoriais adotem critérios mínimos de maturidade para evitar leilões meramente especulativos.

Reavaliações Estratégicas em Grandes Projetos Globais

BP – AREH (Austrália)

→ reposicionamento estratégico e foco em projetos com demanda firmada.

Origin Energy – Hunter Valley (NSW)

→ ajuste de participação até maior clareza de mercado.

RWE – Hyphen (Namíbia)

→ Revisão de memorando de offtake acompanhando o ritmo europeu de contratação.

Lições Recorrentes e Fatores de Sucesso

A análise de projetos internacionais mostra padrões consistentes que explicam o ritmo de avanço até o FID. Mais do que falhas, esses padrões representam aprendizados valiosos sobre o que torna os projetos de hidrogênio sustentáveis e financeiramente viáveis.

Aspecto observado	Fator determinante / aprendizado associado
FID postergado	Necessidade de contratos firmes, previsibilidade de preço e estabilidade regulatória.
Capex acima do previsto	Escalonamento prematuro e cadeia de fornecedores em desenvolvimento, reforça a importância de fases piloto.
Custo financeiro alto	Taxas de juros e ausência de garantias de receita; políticas como CfD e fundos de garantia reduzem risco e atraem capital.

Recomendações para o Brasil e para o PHBC

Demanda / Mandatos

- Desenhar instrumentos de demanda (mandatos, cotas, compras públicas).
- Integrar a política de H₂V à estratégia de neoindustrialização (aço, fertilizantes, shipping).

Leilões / PHBC:

- Adotar critérios de maturidade e garantias para participação em leilões.
- Evitar comportamento "*fill & hold*" dentro dos próprios mecanismos de incentivo.
- Incorporar boas práticas de H₂Global / CfDs e evitar erros do Hydrogen Bank.

Financiamento / Capital Catalítico

- Fortalecer o papel de BNDES e bancos públicos como catalisadores (garantias, *blended finance*, fundos).
- Abrir diálogo com *investment banks* para produtos financeiros específicos para H₂V.

Resumo

Depuração do pipeline (aprendizado):

- ≈52 projetos (4 Mtpa) reavaliados nos últimos 18 meses.
- Movimento natural que prioriza projetos robustos e com compromisso industrial.
- Fase de posicionamento ("Fill, Hold and Fold") dá lugar à execução industrial.

Base sólida em expansão:

- +500 projetos em FID, construção ou operação (US\$ 110 bi em investimentos).
- Capacidade comprometida: +6 Mtpa → potencial de 9–14 Mtpa até 2030.

Perspectiva realista

- FIDs avançam com offtake, financiamento e regulação estável.
- Governos e investidores ajustam políticas e instrumentos de apoio.
- O Nordeste desponta como polo natural da segunda onda, a da indústria instalada.

**O futuro é verde,
tecnológico e
sustentável – e a neo
industrialização é o
caminho até ele.**



ABIHV

Associação Brasileira da Indústria
do Hidrogênio Verde

Instagram icon abihv_br

LinkedIn icon abihv_br

Email icon contato@abihv.org.br

Globe icon <https://abihv.org.br>