

# RESUMO DO ENTREGÁVEL:

## DEFINIÇÃO DE MODELOS DE NEGÓCIO

---

**Interreg**



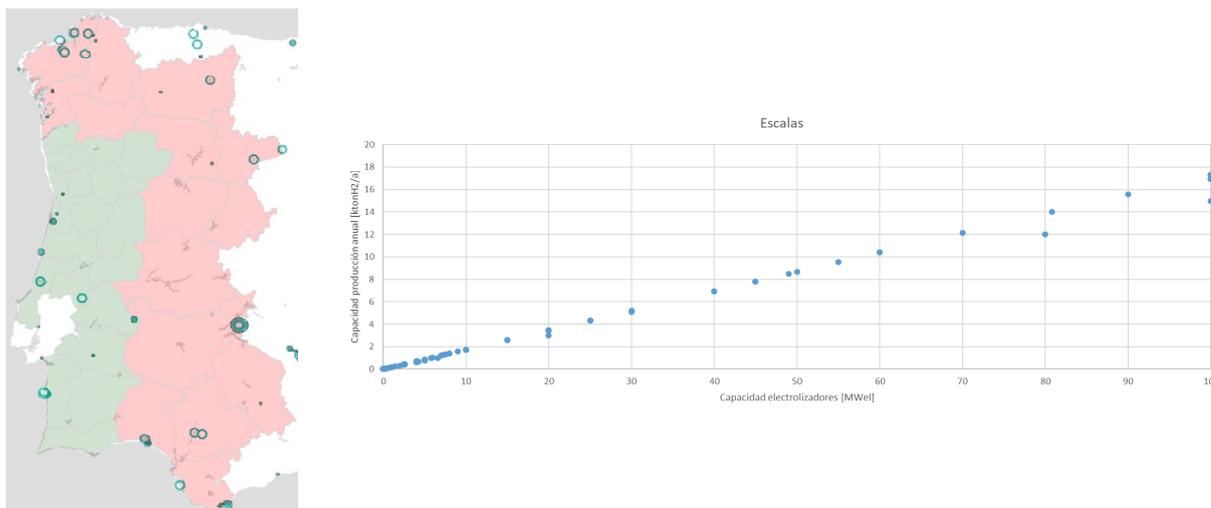
Cofinanciado por  
la Unión Europea  
Cofinanciado pela  
União Europeia

España – Portugal

## Contexto e âmbito

O objetivo deste produto é a definição e caracterização dos modelos de negócio de aplicação ao longo da cadeia de valor de interesse do hidrogénio renovável dentro da área POCTEP. Os modelos de negócio incluirão instalações de produção, armazenamento, transporte, distribuição e utilizações industriais e de mobilidade.

A integração do hidrogénio renovável no cenário industrial, energético e social requer uma análise dos possíveis modelos de negócio. Este produto segue uma metodologia clara e sistemática para descrever três modelos de negócio aplicados em pequena e média escala, em diferentes partes da cadeia de valor. Para definir a pequena e média escala, são observadas diferentes tecnologias de produção de hidrogénio e respetivas capacidades de produção em kton/ano. A base de dados "Projetos de produção de hidrogénio"[1] da Agência Internacional de Energia indica que, em Espanha-Portugal existem 146 projetos (com acompanhamento administrativo), baseados principalmente em eletrólise e uma minoria em gaseificação de biomassa (podendo tornar-se importantes devido à promoção da bioeconomia circular e gestão de resíduos). Estes projetos são analisados geograficamente e classificados de acordo com a capacidade de produção de hidrogénio e a classificação de potência do eletrolisador nas seguintes ilustrações:



De acordo com a distribuição destes projetos, entende-se por pequena escala os projetos com eletrolisadores com potência nominal entre 1 e 10 MW ou instalações de produção de hidrogénio com uma capacidade entre 0,2 e 2 quilotoneladas por ano de produção, e a média escala como os projetos de eletrólise entre 10 e 100 MW ou instalações de produção entre 2 e 20 quilotoneladas por ano de produção de hidrogénio. A AIHRE e, especificamente, a análise dos modelos de negócio irá concentrar-se nestas escalas.

## Regulação e promoção do hidrogénio

O hidrogénio renovável é de particular interesse para a descarbonização de setores difíceis de eletrificar por razões técnicas e económicas, como a indústria pesada (siderurgia, amoníaco, refinarias, etc.) e o transporte pesado (marítimo ou aéreo). As respetivas aplicações variam entre ser um vetor energético (armazenando excedentes renováveis através de Power-to-Hydrogen) e ser usado como reagente industrial ou combustível em

casos específicos. Outras utilizações, como a mistura com gás natural na rede atual, parecem ter um impacto limitado, com maior potencial para a substituição do hidrogénio fóssil nas indústrias intensivas.

Apesar das vantagens que apresenta, o hidrogénio representa apenas uma pequena fração do consumo de energia europeu, na maioria dos casos proveniente do gás natural e não de fontes renováveis. A União Europeia (UE) lançou a sua Estratégia de Hidrogénio em 2020, com o objetivo de produzir 10 milhões de toneladas de hidrogénio e importar mais 10 milhões de toneladas com baixas emissões de carbono. Esta estratégia inclui 20 ações baseadas no apoio ao investimento, à produção e à procura, na criação de mercados e infraestruturas, na investigação e na cooperação internacional e intersetorial. Entre as ações, contam-se a elaboração de uma agenda de investimentos, a mobilização de medidas que facilitem a utilização do hidrogénio, o desenvolvimento de terminologia e critérios para a certificação do hidrogénio renovável, o desenvolvimento de regras de mercado e o planeamento de redes e infraestruturas de forma a aumentar a integração do hidrogénio, a criação de um mercado intra e intercontinental e a melhoria da competitividade do custo do hidrogénio.

A UE promove o desenvolvimento do hidrogénio através de todas as ferramentas à sua disposição, com iniciativas como, a Aliança Europeia para o Hidrogénio Limpo ou o Banco Europeu de Hidrogénio, que direcionam recursos económicos e técnicos para acompanhar o crescimento do mercado. Outros programas, como o Horizonte Europa ou o RePowerEU (programa regulamentar), promovem projetos inovadores, que são necessários para o desenvolvimento da cadeia de valor do hidrogénio. A promoção do hidrogénio na Europa é apoiada por estratégias como a Missão Hidrogénio Limpo, os Vales do Hidrogénio ou o Grupo de Trabalho para a Implementação, que asseguram o cumprimento dos objetivos estabelecidos nos pacotes Objetivo 55 e Hidrogénio e mercado de gás descarbonizado

Para impulsionar a economia de todas as medidas, projetos e planeamento, em 2022, a Comissão Europeia criou uma ferramenta financeira, o Banco Europeu de Hidrogénio. Esta ferramenta visa reduzir a diferença entre o custo de produção de hidrogénio e os preços de mercado. Assim, com esta ferramenta, os investimentos são promovidos através de leilões competitivos e financiamentos diretos. As linhas de ação do Banco Europeu do Hidrogénio estão organizadas em quatro pilares: expansão do mercado interno, promoção das importações internacionais, melhoria da transparência dos preços e coordenação dos instrumentos e apoio às importações de hidrogénio verde de países terceiros.

Um trabalho conjunto entre a Comissão Europeia e o Banco Europeu de Investimento aponta que os altos custos do hidrogénio renovável, em comparação com outras alternativas, e a falta de clareza na regulamentação são os principais desafios em torno do hidrogénio, causando dificuldade no financiamento de projetos, especialmente no início dos mesmos. Este documento alinha-se com o principal objetivo da AIHRE, indicando que é necessário integrar a cadeia de valor para criar um ambiente e ecossistema de financiamento que assegure a viabilidade a longo prazo de projetos e infraestruturas. Entre as propostas estão a criação de mecanismos financeiros que reduzam riscos, a padronização de regulamentos e normas e o desenvolvimento de ferramentas de assessoria para projetos complexos. Estas medidas procuram, tal como a AIHRE, acelerar a implantação do hidrogénio como solução técnica e economicamente viável como

ferramenta de descarbonização de setores difíceis de reduzir na Europa.

## Tipos de modelos de negócio para o hidrogénio renovável

Para integrar adequadamente a cadeia de valor do hidrogénio renovável e desenvolver os seus modelos de negócio derivados, as incertezas que afetam as diferentes partes envolvidas e que impedem a fluidez dos investimentos devem ser superadas. A criação de diferentes modelos de negócio, nos quais os riscos são transferidos, alinhados, partilhados e/ou reduzidos, pode beneficiar o funcionamento dos modelos de negócio e respetivo crescimento nos diferentes mercados e posições na cadeia de valor. De acordo com a Deloitte, existem treze modelos de negócio relevantes associados ao hidrogénio.

Modelo de negócio	Dúvida → Solução para arriscar	Características	Exemplos
Recolha ou pague	Pedido → Partilhar	Comprador, preço fixo, pode levar o que é produzido. O vendedor garante a renda, risco de ficar com o que é produzido.	Típico em GNL
Recolhe e paga	Pedido → Transferir	Comprador, preço fixo e obrigação de levar o que é produzido. O vendedor reduz o risco, potencial expensão de projetos.	PPAs
Seguros	Pedido → Transferir	Mitigar riscos percebidos e reais no investimento em energia renovável. Os desenvolvedores asseguram os projetos.	
Acesso a financiamento e redução de custos	Pedido → Transferir	Incentivar a participação de países com boas condições, através de bancos de desenvolvimento ou acordos entre países.	Hidrogénio para Parceria de Desenvolvimento (H4D)
Manifestação de interesse (Eol)	Produção e Alinhar infraestrutura	O promotor do projeto procura potenciais investidores que avaliem a viabilidade do mesmo. Forneça transparência, alinhe investimentos e sincronize projetos. Não vinculativos.	
Reservar e reivindicar	Produção e Alinhar infraestrutura	As empresas podem receber créditos de carbono, mesmo que não haja H2 renovável nas proximidades. Ativa as indústrias e evita a necessidade de transferir H2 renovável.	Companhias aéreas
Reafetar ativos existentes	Produção e Alinhar infraestrutura	Introdução do H2 no mercado a um custo mais baixo e sustentável, transição suave. Impacto discutível.	
Contrato por diferença (CfD)	Regulatório → Partilhar	O vendedor de H2 renovável acorda um preço mínimo com um comprador. Se o preço variar, a parte lesada recebe a diferença da outra parte.	Reino Unido. CfD para energias renováveis (eólica offshore).
Licitação (Leilão)	Regulatório e Alinhar colaborativo	Compre H2 pelo menor preço e venda pelo máximo possível. Auxílios e subsídios podem cobrir a lacuna de custos. Intermediário, compras a longo prazo pela HPA e vendas a curto prazo.	H2Global (Alemanha)
Agregação de pedido	Colaboração → Alinhar e transferir	Empresas (e fornecedores) aliados para centralizar o pedido de um produto e acelerar o seu desenvolvimento (lobbying).	Aliança de Compradores de Aviação Sustentável
Competição ou competência	Colaboração → Alinhar	Associação focada de concorrentes de toda a cadeia de valor. Inovação e crescimento do mercado. Estabelecer ligação a governos e finanças	Consórcio para Inovação em Baterias
Hidrogénio como serviço (HaaS)	Colaboração → Transferir	O vendedor fornece a infraestrutura (armazenamento e reabastecimento) ao utilizador final gratuitamente. O utilizador assina contrato plurianual para comprar H2.	Hidra e frotas de caminhões.

Modelo de negócio	Dúvida → Solução para arriscar	Características	Exemplos
Colaboração na cadeia de valor	Colaboração → Alinhar e partilhar	Diferentes camadas da cadeia de valor dispostas a renunciar à parte da margem de lucro para acelerar o negócio e fazê-lo crescer.	Aço verde.

## Metodologia de análise de modelos de negócio

Baseia-se numa descrição e análise detalhadas observando as seguintes etapas:

- Descrição do modelo de negócio e elaboração da matriz de interdependência entre os agentes envolvidos.
- Análise das barreiras regulatórias do modelo com âmbito das principais regulamentações, regulamentos e requisitos. Análise de condições e restrições técnicas para a evolução do modelo. Análise de facilitadores tecnológicos que tornam possível a exploração do modelo.
- Desenvolvimento do modelo Canvas levando em consideração os diferentes itens-chave, desde o cliente e a proposta de valor, até ao canal de comercialização, principais recursos e atividades e à estrutura económica com custos e receitas.
- Definição das variáveis técnicas e económicas, que serão utilizadas para a simulação dos modelos e avaliação da viabilidade.

## Modelos de negócio na AIHRE

Para este projeto e produto, são selecionados três modelos de negócios diferentes que correspondem a diferentes tipos de produção, diferentes redes de distribuição e diferentes utilizações finais. O interesse em estudar diversos modelos de negócio reside na modelagem de um amplo espectro da paisagem industrial-social em que este novo elemento, seja como reagente químico ou como vetor energético, possa ser integrado e desenvolvido como alternativa para a descarbonização.

### Modelo de negócio 1: Hidrogénio como serviço para ambientes portuários.

Estuda-se o uso do hidrogénio em ambientes industriais portuários, potenciais polos de energia industrial. O hidrogénio nestes ambientes encontra diversas oportunidades, desde navios e a sua necessidade de descarbonizar a sua ligação à terra nos portos (sistema OPS), até siderurgias renováveis. Em cada caso, cumpre diferentes funções: como fonte de energia ou como reagente físico-químico. Os portos, que podem contar com a sua própria rede de gás, podem incorporar a produção, fornecer soluções de balanço de energia, armazenamento de energia e aproveitamento de excedentes. Além disso, ter indústrias diversificadas permite aproveitar os subprodutos, gerando valor agregado e estabilidade económica ao modelo de negócio.

### Modelo de negócio 2: Produção de H2 a partir de biomassa disponível na zona POCTEP.

Este modelo de negócio baseia-se na produção de hidrogénio a partir de resíduos agrícolas, como derivados da azeitona, caroços e bagaço, através da gaseificação. O hidrogénio gerado pode ser utilizado industrialmente, energeticamente ou até mesmo no transporte dentro da própria indústria petrolífera, promovendo a circularidade. A coordenação da sazonalidade dos cultivos com indústrias que requerem hidrogénio em períodos de menor disponibilidade será essencial para uma sinergia bem-sucedida do

modelo de negócio. Além disso, a complementaridade com outros sistemas de produção não sazonais pode garantir uma operação contínua. A comercialização de subprodutos, como o biochar, pode aumentar a rentabilidade do modelo, dada a sua ampla gama de aplicações.

### Modelo de negócio 3: Transporte em áreas rurais a partir do hidrogênio.

Este modelo propõe uma solução de mobilidade sustentável e eficiente para as zonas rurais. O hidrogênio, obtido através da gaseificação de biomassa (como resíduos agrícolas ou florestais) ou por eletrólise com energia renovável, pode ser uma alternativa limpa aos combustíveis fósseis. Esta abordagem permite que seja usado em veículos equipados com células de combustível ou mesmo motores de combustão de hidrogênio, dependendo da pureza do hidrogênio. Este modelo não inclui os detalhes da produção e distribuição de hidrogênio, uma vez que são consideradas variáveis técnicas específicas. No entanto, a infraestrutura necessária inclui a produção, armazenamento e até mesmo o uso final do hidrogênio numa frota de veículos adaptada às áreas rurais. Este aproveita os recursos locais para oferecer transportes mais limpos e eficientes, melhorando a qualidade de vida nessas áreas e promovendo a sua sustentabilidade ambiental.

A seguir, segue-se um resumo dos aspetos a nível regulatório, condições e restrições técnicas, facilitadores tecnológicos e condições para a respetiva simulação, que afetam os modelos anteriores.

Modelo de negócio	Nível regulatório
H2 nos portos	Barreira: os portos não foram concebidos como núcleos de energia e já não são afetados apenas pela regulamentação de Portos do Estado. Facilitador: os padrões e a padronização podem beneficiar a integração técnica e económica do hidrogénio em ambientes portuários.
H2 de biomassa	Conformidade necessária com os regulamentos de qualidade e segurança aplicáveis na produção e armazenamento de hidrogénio. A gestão de resíduos e subprodutos pode encontrar barreiras regulatórias adicionais. Relativamente às emissões, este método não é totalmente limpo, pelo que deve cumprir as normas ambientais em vigor, incluindo as que estão a ser revistas.
H2 para transporte em áreas rurais	Barreiras na produção de hidrogénio por gaseificação (conformidade com os regulamentos de qualidade, segurança e gestão de resíduos). A instalação de eletrólise com energias renováveis em ambientes rurais pode ser condicionada por regulamentos específicos e locais. Distribuição e recarga sujeitas à regulamentação das estações de transporte, armazenamento e recarga. Para redes de gás existentes, considere restrições de injeção, fluxo e custo. Os veículos a hidrogénio requerem homologações específicas.

Modelo de negócio	Condições e restrições técnicas
H2 nos portos	Produção por eletrólise influenciada pela intermitência das energias renováveis. Necessidade de serviço síncrono para algumas indústrias e respetivo efeito no armazenamento. Transporte baseado na infraestrutura existente (rede de gás, recipientes específicos). Limitações de espaço físico. Gestão eficiente de sistemas completos para satisfazer as necessidades dos utilizadores.
H2 de biomassa	Desafio da sazonalidade e variabilidade dos resíduos agrícolas, determinantes para a eficiência e quantidade de hidrogénio produzido. Manutenção, monitorização e controlo são necessários para uma produção ótima e consistente. Logística eficiente para transporte e armazenamento. Um desafio é a gestão de subprodutos em diferentes estados (sólidos, líquidos ou gasosos), o que requer sistemas específicos e levar em consideração diferentes regulamentações ambientais. Para atingir as condições necessárias de pressão, temperatura e pureza, podem ser necessários processos adicionais que aumentam os custos.

Modelo de negócio	Condições e restrições técnicas
H2 para transporte em áreas rurais	<p>Apresenta aspetos dos anteriores, baseando-se em gaseificação e/ou eletrólise.</p> <p>Requisitos de armazenamento que mantêm condições ideais de pressão e temperatura, e em estações de carregamento, que devem garantir uma distribuição confiável e segura disponível no momento necessário.</p> <p>Veículos com células de combustível ou motores de combustão adaptados ao hidrogénio. As limitações técnicas incluem autonomia do veículo, tempos de carregamento e capacidade da infraestrutura para satisfazer o pedido.</p>

Modelo de negócio	Facilitadores de tecnologia ao longo da cadeia de valor
H2 nos portos	<p>Eletrolisadores para produção no local.</p> <p>Protocolos de comunicação, sistemas SCADA para a gestão de sinais de pedido.</p> <p>Infraestrutura de transporte (rede portuária de gás ou depósitos), tubagens, válvulas, etc.</p> <p>Células de combustível, motores a hidrogénio e outras utilizações do hidrogénio em áreas portuárias.</p>
H2 de biomassa	<p>Gaseificadores, reatores de pirólise, purificadores.</p> <p>Compressores e infraestrutura de armazenamento e transporte, tanques de alta pressão e logística de distribuição.</p> <p>Ao nível do controlo, um sistema SCADA permitirá a gestão dos processos de acordo com os diferentes sinais que são monitorizados. Análise de dados para otimização e avaliação preditiva dos processos.</p>
H2 para transporte em áreas rurais	<p>Apresenta aspetos dos anteriores, baseando-se em gaseificação e/ou eletrólise.</p> <p>Do lado do utilizador final, os veículos usados necessitarão de células de combustível ou motores adaptados ao hidrogénio. Os clientes terão acesso ao serviço através de plataformas digitais para gestão do transporte.</p>

Modelo de negócio	Simulação de modelo de negócio
H2 nos portos	<p>Variáveis técnicas: caudal de hidrogénio, pureza, condições de transporte (pressão e temperatura) e capacidades de armazenamento, desde a produção até ao consumo.</p> <p>As variáveis de segurança e comunicação englobam a gestão dos pedidos líquidos, levando em consideração as eficiências tecnológicas e as requeridas, de acordo com o modelo de segurança.</p> <p>As variáveis económicas incluem CAPEX e OPEX, o preço horário da eletricidade, o preço do hidrogénio (considerando auxílios e fundos) e os custos de transporte e distribuição.</p>
H2 de biomassa	<p>Variáveis técnicas: quantidade e composição dos resíduos agrícolas disponíveis, eficiência energética do processo, pureza do hidrogénio e produção de subprodutos.</p> <p>As variáveis económicas serão CAPEX e OPEX, o preço do hidrogénio e subprodutos (considerando possíveis auxílios e fundos) e a procura do mercado.</p>
H2 para transporte em áreas rurais	<p>Variáveis técnicas: eficiência das plantas de produção, capacidade de armazenamento e desempenho dos veículos.</p> <p>As variáveis económicas serão CAPEX, OPEX e possíveis fontes de financiamento (levando em consideração subsídios destinados a projetos em áreas rurais). Também as taxas cobradas dos utilizadores, as receitas da venda de subprodutos de gaseificação e a redução de custos associados ao avanço tecnológico.</p>

## Conclusões

As muitas iniciativas relacionadas com o hidrogénio renovável na Europa centram-se na aceleração da integração do hidrogénio no tecido industrial, social e económico. O hidrogénio renovável é proposto como alternativa nas áreas ou processos onde a eletrificação é complicada ou cara. Além disso, o hidrogénio é um elemento muito versátil que possui várias tecnologias de produção, o que atua como uma desvantagem ao mesmo tempo, pois aumenta a insegurança e retarda os investimentos.

Nesta entrega, diferentes modelos de negócio replicáveis e escaláveis foram definidos na área POCTEP para analisar os desafios de investimento que apresentam. Foi possível

observar o avanço da regulação a favor de setores de difícil abatimento e a semelhança de variáveis técnicas e económicas entre os modelos, apesar de estarem focados em diferentes seções da cadeia de valor. A quantidade de hidrogénio e a capacidade de armazenamento são variáveis essenciais para o dimensionamento do âmbito do projeto. Os modelos de gaseificação com utilizadores finais próximos ao ponto de produção são os que cobrem mais elementos da cadeia de valor. Embora estas análises sejam muito úteis para chamar as partes interessadas e acelerar os investimentos, as simulações correspondentes ainda são necessárias para chegar a conclusões decisivas.

## RESUMO DA AIHRE

### Título

AIHRE: Análise e Promoção de H2 Renovável na região POCTEP

### Data de início - Data de fim do projeto

01/07/2023 - 30/06/2026 (36 meses)

### Tipo de Projeto

Análise e Promoção de H2 Renovável

### Programa

INTERREG POCTEP – terceira convocatória

### Financiamento

1,5 milhões de euros - Cofinanciado a 75%

### Coordenador

Fundação CIDAUT

### Visão geral do projeto

O projeto AIHRE tem como objetivo promover a implementação do hidrogénio na área do POCTEP, desenvolvendo a tecnologia necessária para a sua recuperação e analisando as diferentes etapas da cadeia de valor do hidrogénio renovável nesta área.

 [info@aihre.eu](mailto:info@aihre.eu)

 [@aihre](https://twitter.com/aihre)

 [@aihre](https://www.linkedin.com/company/aihre)

**Interreg**  
Espanha – Portugal



Cofinanciado por  
la Unión Europea  
Cofinanciado pela  
União Europeia

**AIHRE**