

Contributos LNEG

EN-H₂ - ESTRATÉGIA NACIONAL PARA O HIDROGÉNIO – versão *draft* maio 2020

1 Enquadramento

Este documento sistematiza os contributos do LNEG no âmbito do processo de consulta pública “EN-H₂ - Estratégia Nacional para o Hidrogénio”. A EN-H₂ visa “tornar o hidrogénio uma das soluções para descarbonizar a economia, ao mesmo tempo destinado a promover um novo setor industrial com potencial para exportar e gerar riqueza”. Nesta estratégia, é apresentado um conjunto de políticas públicas para promover uma política industrial focada na cadeia de valor de H₂, nomeadamente produção, armazenamento, transporte e consumo e uso de gases renováveis em Portugal. São identificadas as seguintes iniciativas políticas de curto prazo:

- (i) regular a produção de gases renováveis;
- (ii) regular a injeção de gases renováveis na rede nacional de gás natural;
- (iii) projetar mecanismos de apoio à produção de hidrogénio (com objetivo de instalação de 2 GW de eletrolisadores até 2030);
- (iv) implementar um sistema de garantias de origem para gases renováveis;
- (v) garantir que os recursos financeiros disponíveis nos fundos nacionais e europeus permitam o apoio à produção de gases renováveis (com o objetivo de investir 7 000 M€ em projetos de produção de H₂ e 900 M€ para apoiar o investimento na produção de H₂ até 2030);
- (vi) propor metas vinculativas até 2030 para:
 - a injeção de H₂ na rede de gás natural (15% de H₂ até 2030);
 - o consumo de H₂ enquanto energia final (5% de H₂ no consumo final de energia);
 - o consumo de H₂ nos transportes (5% de H₂ no consumo final de energia no transporte rodoviário e implementação de 50 a 100 postos de abastecimento a H₂);
 - o consumo de H₂ na indústria (5% H₂ no consumo final de energia na indústria).

No contexto muito ambicioso de descarbonização do sistema energético Português, em geral, e da promoção de H₂ enquanto novo vetor energético, em particular, existem várias questões chave que necessitam de ser trabalhadas por forma a criar condições que garantam os volumes substanciais de investimento necessários, não descurando a sustentabilidade, a potenciação de atividades de ID&I (em perfeita articulação com as políticas e as necessidades de desenvolvimento tendo em conta a cadeia de valor), a criação de postos de trabalho e as questões relacionadas com a aceitação social.

Dentro destas destacam-se as seguintes:

- › Criação de **sinergias entre produção de hidrogénio e outros gases renováveis**, numa perspetiva abrangente de potenciar a sua utilização;
- › Avaliação e mapeamento das várias possibilidades de **abastecimento de água** (tais como água doce, águas residuais e água do mar) para a eletrólise e suas implicações no desempenho dos eletrolisadores e na cadeia de valor do H₂ produzido;
- › Identificação das necessidades de adaptação do atual **quadro regulamentar / legal e as normas / especificações técnicas** sobre: (i) possíveis condicionantes à implementação de projetos de produção de H₂ (nomeadamente ao nível do uso do solo, da utilização de recursos hídricos, da prevenção de riscos industriais e gestão de resíduos do tratamento de água, entre outros), (ii) articulação da eletrólise com produção de eletricidade renovável e mercado elétrico, (iii) legislação que rege o Sistema Nacional de Gás Natural (SNGN) no que respeita à injeção de H₂ na rede de gás natural e (iv) mecanismos de monitorização, certificação e verificação associados a toda a cadeia de valor;
- › Definição de um plano com vista ao **desenvolvimento tecnológico**, em território nacional, das diversas tecnologias associadas à cadeia de valor do H₂ não descurando a minimização dos seus impactos socioeconómicos e ambientais, bem como a promoção de sinergias com o *know-how* já existente no país nas diversas áreas relevantes.

A produção de H₂ em larga escala é um tema novo onde há diversos pontos desconhecidos para os diversos intervenientes (públicos e privados). Para garantir a implementação das metas ambiciosas da EN-H₂ será fundamental uma comunicação clara entre os promotores dos projetos e os vários organismos do estado nos vários Ministérios relevantes, bem como da ERSE, REN e operadores das redes de distribuição de gás natural, entre outros.

2 Sinergias entre a produção de hidrogénio e outros gases renováveis

Já em 2013, quando foi publicado pela Comissão Europeia o documento «Energia limpa para os transportes — uma estratégia europeia para os combustíveis alternativos», foi identificada a necessidade de apostar na diversificação das fontes de energias renováveis: para além da eletricidade renovável, uma aposta no gás natural (enquanto combustível fóssil de baixo carbono), nos biocombustíveis e no hidrogénio, seria primordial pois estes constituiriam os principais combustíveis com potencial para substituir o petróleo no período de transição energética.

A atual ambição e as metas de incorporação de energias renováveis estabelecidas na diretiva RED II (Diretiva (EU) 2018/2001) reforçam a necessidade desta abordagem. Neste sentido, a

promoção do hidrogénio, enquanto vetor energético fundamental para a descarbonização da economia, deverá ser enquadrada numa perspetiva abrangente de potenciação da utilização de “gases renováveis”, onde também o biometano assume um importante papel. De facto, as sinergias entre o hidrogénio e o biometano são evidentes, dada a possibilidade destes gases constituírem uma alternativa futura ao gás natural, quer por via da injeção na atual rede de distribuição, assim como utilizados sob a forma de combustíveis no sector dos transportes e da indústria.

Assim, a aposta nacional no hidrogénio deverá ter em conta o objetivo da descarbonização e da redução global das emissões, tirando partido de sinergias com outros gases renováveis e procurando aproveitar o potencial de utilização de diversas fontes de energia renovável. É neste quadro que o potencial do recurso “biomassa” deve ser também valorizado, dado o facto de constituir uma fonte limpa e sustentável de produção de energia.

Neste quadro, é entendimento do LNEG **que a atual EN-H₂ deverá dar maior ênfase à produção de hidrogénio renovável independentemente das fontes de energia renovável, complementarmente à aposta quase exclusiva da sua produção a partir de energia elétrica por via de eletrólise,** ou seja, reforçando a disponibilidade nacional de hidrogénio renovável independentemente da tecnologia aplicada. Um exemplo, será a produção de hidrogénio renovável a partir da gaseificação de biomassa residual.

Também a meta ambiciosa de 20% de FER para o setor transportador estabelecidas no PNEC 2030 deverá ser vista como uma oportunidade de fomentar a produção de biocombustíveis sustentáveis especialmente para os setores marítimo e da aviação, em que a utilização de processos termoquímicos na sua produção requerem a utilização de hidrogénio. As necessidades futuras de hidrogénio renovável não podem estar dependentes apenas da sua disponibilidade sob a forma de hidrogénio “verde” (por via eletrolítica a partir de FER) mas sim ter em conta todas as vias renováveis para a sua produção.

A produção de hidrogénio tem ainda um importante papel a desempenhar enquanto matéria-prima na indústria química para vários produtos (amónia, metanol, etc.), contribuindo para a redução das emissões de CO₂ no setor.

3 Potenciais fontes de água para eletrólise

A produção de hidrogénio por eletrólise **consome água como matéria-prima** na ordem dos 9 L água / kg H₂ apenas para a estequiometria da reação. Os fornecedores de eletrolisadores referem valores variáveis que em média estão na ordem dos **13,4 L água / kg H₂** (corresponde a cerca de 112 L água / GJ H₂ ou 403 m³ água / GWh H₂ produzido). A este valor necessário para alimentar a eletrólise deverá acrescentar-se as perdas associadas à captação, transporte e tratamento de água necessários.

A **qualidade da água para eletrólise** é muito exigente, devendo ser água “destilada / desmineralizada” com baixa concentração de iões (resistividade entre 1 e 10 Mohm.cm) e

naturalmente de sólidos, matéria orgânica e microrganismos. A maioria dos fornecedores de eletrolisadores incluem no equipamento a instalação de uma unidade de tratamento (desionização) para tratar a água à entrada do eletrolisador, tendo em conta a alimentação do eletrolisador com água da rede pública de abastecimento.

Tal como preconizado na EN-H₂, considerando que a água doce é um recurso escasso em Portugal, deverá considerar-se a possibilidade de utilizar **água do mar e/ou águas residuais tratadas** para alimentar processos de eletrólise, o que é tecnicamente exequível. No entanto, estas fontes de água irão aumentar as necessidades de tratamento e custos associados, pelo que deverá haver uma avaliação cuidadosa dos custos e benefícios das várias fontes potenciais de água, para além das já referidas (ver síntese no Quadro1).

Quadro 1 - Algumas fontes potenciais de água para eletrólise e possíveis opções de tratamento necessárias (simplificação, os tratamentos a selecionar são muito variáveis e dependentes características específicas da fonte de água considerada)

Fonte potencial de água	Principais poluentes e parâmetros de qualidade da água	Operações de tratamento necessárias antes da eletrólise
Águas superficiais (rios, ribeiras e lagos)	Organismos vivos, sólidos, matéria orgânica e eventual toxicidade.	Crivagem fina (ou microfiltração) + coagulação/floculação e filtração (ou ultrafiltração) + osmose inversa.
Águas subterrâneas	Sólidos dissolvidos (eventual salinidade, matéria orgânica e toxicidade).	Tratamento depende da composição da água (que é variável), podendo ser necessária ultrafiltração ou osmose inversa.
Água residual industrial	Variável consoante tipo de indústria. Sólidos, matéria orgânica, toxicidade.	Eventualmente neutralização, coagulação/floculação e filtração (ou ultrafiltração/nanofiltração) , osmose inversa.
Águas residuais urbanas tratadas	Sólidos suspensos e dissolvidos, matéria orgânica, contaminação fecal, eventual toxicidade.	Nano ou ultrafiltração + osmose inversa.
Água do mar	Salinidade 30-37‰, organismos vivos, incluindo algas, sólidos e matéria orgânica.	Crivagem fina (ou microfiltração ou ultrafiltração) + osmose inversa. Necessidades de elevação e distância poderão ser substanciais.
Estuários	Salinidade média 10-30‰, organismos vivos, incluindo algas, sólidos e matéria orgânica	Crivagem fina (ou microfiltração ou ultrafiltração) + osmose inversa. Necessidades de elevação e distância poderão ser substanciais.
Água da rede pública	Sólidos dissolvidos.	Filtração (e/ou osmose inversa) consoante as características da água.
Águas pluviais	Sólidos dissolvidos, e eventualmente sólidos suspensos e matéria orgânica.	Filtração (eventualmente tratamento físico ou químico), osmose inversa.

Nota: As necessidades de tratamento a montante do eletrolisador pressupõem que este já integra apenas uma desionização, embora alguns fornecedores integrem mais etapas de tratamento aquando a venda do eletrolisador. No que respeita aos tratamentos por membranas mencionados (microfiltração, ultrafiltração, nanofiltração e osmose inversa) importa referir que consoante as características da fonte de água considerada poderá ser optado por um ou por outro ou mesmo por uma combinação sequencial dos dois. Deverá ainda referir-se que o grau de purificação exigido para uma operação de tratamento por membranas varia muito consoante a composição da fonte de água considerada – a osmose inversa para água do mar requer muito mais energia e produz muito mais resíduos do que para águas estuarinas ou superficiais.

Desta forma, os **custos para tratamento** deverão ser estudados em detalhe tendo em conta os a localização dos projetos e características da água disponível. Haverá ainda que se equacionar o consumo de energia elétrica para captação, transporte e tratamento de água.

Neste campo é de extrema relevância articular os objetivos de política energética com objetivos de política nacional da água, garantindo sinergias entre os mesmos, particularmente no que respeita à reutilização de águas residuais tratadas.

A análise das potenciais fontes de água deverá ter em conta os seguintes critérios:

- a) Garantia de abastecimento:
 - No curto prazo tendo em conta a variabilidade climática sazonal e sub-sazonal (principalmente para ribeiras e águas pluviais)
 - No médio/longo prazo tendo em conta os efeitos das alterações climáticas
 - A intermitência de algumas das fontes de água associadas a processos industriais
- b) Complexidade na captação de águas do ponto de vista técnico, económico e de mercado;
- c) Proximidade da fonte de água ao eletrolisador;
- d) Qualidade da água e tipo de tratamento necessário;
- e) Existência ou não de usos concorrentes de água;
- f) Complexidade do processo de licenciamento para utilização de recursos hídricos (se aplicável);
- g) Aceitação social.

Deverá ainda ter-se presente a necessidade (e custos associados) na gestão dos resíduos resultantes dos tratamentos de água necessários, que deverão constituir elevados volumes de concentrados salinos provenientes da osmose inversa. Estes concentrados poderão ser devolvidos aos sistemas hídricos (quando aplicável e após avaliação de impactes associados) garantindo a minimização de impactes ambientais. Noutros casos em que isto não seja possível deverão ser estudadas opções inovadoras com vista ao seu destino final tais como valorização em algumas atividades industriais (ex. produção sal, utilização como meio de cultura na produção de bioenergia/biocombustíveis/bioproductos utilizando micro-organismos resistentes a condições adversas, entre outras).

Em qualquer dos casos deverá equacionar-se a possibilidade de promover a recuperação de materiais, incluindo matérias-primas críticas presentes no concentrado salino (e.g. Mg, Li).

4 Necessidades de clarificação e/ou adaptação do quadro legal e regulamentar relevante

O H₂ é um vetor energético muito versátil e transversal e como tal a sua implementação em larga escala em Portugal envolve potencialmente um grande número de instrumentos legais / regulamentares (listagem não exaustiva no Anexo). À data conseguem-se identificar as seguintes áreas com necessidades de clarificação e/ou adaptação:

- Garantias de origem
- “Taxonomia” de gases renováveis
- Produção de H₂
- Segurança e riscos industriais
- Infraestrutura de gás natural
- Reutilização de água residual tratada

Cada uma destas é detalhada seguidamente.

4.1 *Garantias de Origem*

A **diretiva RED II** veio alargar aos gases renováveis a aplicação do sistema de garantias de origem (GO). Este mecanismo, ao permitir demonstrar ao consumidor final que uma dada quota ou quantidade de energia foi produzida a partir de fontes renováveis, disponibilizando informações sobre a origem dos gases renováveis (nos quais se inclui o hidrogénio renovável), contribuirá também para incrementar o comércio transfronteiriço destes gases. O sistema de garantias de origem para gases renováveis (incluindo H₂) ainda não existe em Portugal nem de uma forma harmonizada nos Estados-Membros da União Europeia. Contudo, existem já diversas iniciativas que visam a promoção de uma futura harmonização europeia (por exemplo, os projetos europeus CertifHy e REGATRACE).

A questão da dupla contagem e divulgação para garantia de origem renovável tem sido levantada em vários *fora*. Encontra-se ainda em revisão a norma GO EN16325 sobre garantias de origem de energia.

Paralelamente ao sistema de GO para os gases renováveis, haverá ainda que avançar para a certificação da **sustentabilidade das cadeias de valor da sua produção**, nos termos das regras alargadas de sustentabilidade da RED-II para uso na produção de biogás, biometano, hidrogénio renovável, eletricidade e calor. Atualmente o LNEG desempenha já as funções do Estado na verificação da sustentabilidade dos bicompostíveis líquidos, perspetivando-se a necessidade futura do alargamento das suas competências em termos de garantia da sustentabilidade dos gases renováveis (nomeadamente o biogás/biometano e o hidrogénio) e outros combustíveis mássicos (leia-se, sustentabilidade das biomassas sólidas agrícola e florestal usadas para bioenergia).

4.2 “Taxonomia” de gases renováveis

A legislação atual aplica-se à produção de hidrogénio, **independentemente da quantidade produzida ou do método utilizado** o que não permite incentivar a produção de H₂ associada à eletricidade renovável. Encontra-se a decorrer um debate alargado sobre esta taxonomia à escala Europeia (incluindo a *Florence School of Regulation*, a indústria de gás, sociedade civil, intervenientes na área das finanças sustentáveis). Esperam-se mais esclarecimentos nas próximas etapas legislativas comunitárias tais como nos documentos: *Hydrogen Strategic Outlook* e *Smart Sector Integration Strategy*.

4.3 Produção de H₂

O hidrogénio tem um papel essencial na integração do sistema de energia e possui uma ampla gama de aplicações em seu torno. Pode ser usado na **geração e armazenamento de energia** (proporcionando flexibilidade à geração de energia renovável); como **combustível alternativo nos transportes** (transportes rodoviários de mercadorias de média e longa distância, aviação e transporte marítimo); como **matéria-prima para a indústria química** (síntese de metanol, amónia etc.) ou para **utilizações no mercado doméstico e industrial** substituindo o Gás Natural para produção de calor. O hidrogénio também pode desempenhar um papel importante na **reutilização e reciclagem de CO₂** (capturado durante a sua produção ou noutras fontes, como *hubs* industriais). Isso abrirá novas possibilidades de produção de combustíveis alternativos (sintéticos) com muito baixa pegada de carbono ou mesmo atingindo a neutralidade carbónica.

A legislação prevista deverá **ter em conta toda a dimensão do H₂ e suas aplicações e não apenas a sua injeção na Rede Nacional de Transporte de Gás Natural**. Deverão ser **clarificados os procedimentos de licenciamento para produtores de gás (incluindo H₂)**, mas seguramente **será necessária mais regulamentação para definir requisitos e especificações técnicas desses mesmos gases**, tais como a identificação dos equipamentos e procedimentos de monitorização e medição que podem ser obrigatórios para garantir a qualidade do H₂ produzido, incluindo parâmetros de qualidade e sua possível gama de variação aceitável.

Da mesma forma é preciso clarificar que o **enquadramento legal relativamente à re-eletrificação (power-to-gas)** que ainda está em desenvolvimento com base em projetos-piloto VPP-*virtual power plants* contemple a possibilidade do H₂ fornecer serviços auxiliares à rede elétrica no que respeita à sua flexibilidade traduzindo-se numa potencial mais-valia elevada para o operador do sistema.

Deverá clarificar-se qual o **papel e articulação das várias autoridades envolvidas no processo de licenciamento** (APA, Municípios, DGEG, IMT, CCDRs, entre outros). Neste campo verifica-se ainda a necessidade de existência de uma **entidade nacional responsável por monitorizar e certificar os padrões técnicos do H₂ enquanto produto** (à semelhança dos combustíveis líquidos e dos outros gases não renováveis), bem como dos processos de produção utilizados, incluindo normas e padrões detalhados e específicos no caso de H₂ usado para alguns usos finais com elevados requisitos de qualidade.

Deverá existir a preocupação de que o **enquadramento legal seja claro, simples, facilitador e de ponto único**, tendo em conta a dimensão dos projetos em questão. O licenciamento de um projeto de grande dimensão concentrado ou de vários projetos de menor dimensão distribuídos pelo país (produção descentralizada) deverá ser diferenciado.

4.4 Segurança e riscos industriais

Deverá clarificar-se a aplicabilidade (e forma de aplicação) da **Diretiva SEVESO** (Diretiva 2012/18/UE transposta pelo Decreto-lei n.º 150/2015 de 5 de agosto, que estabelece o regime de prevenção e controlo de acidentes graves que envolvem substâncias perigosas e limitação das suas consequências para a saúde humana e o ambiente) focando o processamento e armazenamento de substâncias perigosas constantes no seu Anexo I Parte 1. Os limiares para a inclusão do H₂ neste quadro legal são de apenas 5 ou 50 toneladas armazenadas (respetivamente para os requisitos de nível inferior e de nível superior) o que é um valor muito baixo para a produção de H₂ enquanto vetor energético.

Da mesma forma, a **Diretiva ATEX** (Diretiva n.º 1999/92/CE) transposta pelo Decreto-lei n.º 236/2003 de 30 de setembro (relativamente às prescrições mínimas destinadas a promover a melhoria da proteção da segurança e da saúde dos trabalhadores suscetíveis de serem expostos a riscos derivados de atmosferas explosivas) não clarifica os procedimentos a adotar no caso da produção de H₂ em larga escala, que deverão ser decididos caso a caso com base num “Manual de Proteção contra Explosões”.

4.5 Infraestrutura de gás natural e barreiras estruturais que dificultem a injeção na rede de gás

O **atual enquadramento legal foi desenhado com vista ao gás natural**, pelo que os *standards* de qualidade são baseados no poder calorífico / índice de Wobbe. A adição de H₂ ao gás natural irá alterar o seu índice de Wobbe, fluidez, densidade, velocidade da chama e interação com os materiais do pipeline com impacto potencial em diversos aspetos operacionais, podendo ser necessário adaptar estes *standards*.

Atualmente verifica-se a **inexistência de um acordo técnico claro à escala Europeia** quanto aos *standards* de qualidade do H₂ para limites de interoperacionalização na promoção de gases renováveis.

Deverá melhorar-se a **visibilidade da qualidade do H₂ produzido pelos diferentes produtores de gás em cada país**. Atualmente o código de interoperacionalização da rede gás requer que a ENTSOG publique uma perspetiva de longo prazo quanto à qualidade do gás, sendo que o TSO deverá fornecer informação aos consumidores, DSO e operadores de armazenagem sobre as variações da qualidade do gás no curto prazo. Deverá ser **clarificado e implementado o princípio de transparência também à distribuição de gás**. No processo de licenciamento deverá ser identificado o(s) ponto(s) de injeção na rede de gás (se aplicável), bem como analisadas as restrições operacionais tendo em conta a localização específica, volumes em jogo e outros condicionantes. Deverá acautelar-se eventuais distorções de mercado criadas pela injeção de H₂ na rede de gás e subsequente “cativação” dos consumidores a montante do ponto de injeção.

Deverá reduzir-se a **incerteza quanto a taxas aplicáveis à injeção**. Tradicionalmente o gás natural entra no sistema nacional via pipelines internacionais ou terminal de GPL. Com a produção de gases de baixo carbono ou renováveis, os pontos de entrada e tarifas associadas têm de ser determinados para a injeção localizada nos diferentes níveis de pressão para as redes de transporte e distribuição.

Deverá reduzir-se a **incerteza quanto à definição detalhada de standards e requisitos técnicos para o H₂ no que respeita a unidades de injeção autónomas** ao longo da rede e sobre qual a entidade responsável para as monitorizar e verificar, bem como sobre a alocação dos custos associados.

4.6 **Reutilização de água residual tratada**

A atual legislação aplicável à reutilização de águas residuais tratadas identifica os possíveis usos, **não estando referida a eletrólise da água** para produção de H₂ em larga escala. O atual processo de autorização para esta reutilização (por exemplo para irrigação) está preparado para utilizações que apresentem riscos para a saúde pública prevendo-se uma avaliação de riscos que poderá não se justificar para este caso.

5 **Conhecimento sobre potencial técnico e condicionantes / sinergias ambientais e de descarbonização**

Por forma a acelerar o licenciamento de projetos de produção de H₂ em larga escala torna-se vital **mapear o potencial de H₂ em Portugal** identificando zonas prioritárias combinando implicações para o desempenho tecnológico (nomeadamente irradiação solar, recursos eólico e disponibilidades de água), condicionantes ambientais (uso do solo, fontes de água sustentável, riscos industriais, etc.) e a sustentabilidade económica dos potenciais projetos considerando, entre outros, os custos de água, a produção de calor, a proximidade a consumidores de H₂, o mapeamento dos pontos de injeção na rede de gás e de ligação à rede elétrica e a opções de transporte para H₂ produzido (para além das redes de gás).

Ao nível de **sinergias com vista à descarbonização** deverá garantir-se as sinergias com a política nacional da água (conforme referido anteriormente), assim como averiguar a possibilidade de utilização do calor produzido pelo eletrólise.

Portugal **tem experiência bem-sucedida no desenvolvimento de planos de investimentos em renováveis e criação de clusters nacionais para o investimento**. O plano até agora de maior dimensão para além do Programa Nacional de Barragens de Elevado Potencial Hidroelétrico (PNBEPH) foi o de desenvolvimento da eólica e agora o solar. Deverá assim integrar-se as boas experiências e conhecimentos adquiridos com estes últimos.

6 **Necessidades de investigação**

Conforme atrás mencionado, o H₂ é de enorme versatilidade. Como tal a sua implementação em larga escala abrange diversas áreas do setor científico nacional. Como tal poderá justificar-se que o CoLAB H₂ congregue diversas entidades (tais como empresas, CoLABs, e.g. BIOREF e NET4CO₂ e universidades) com competências no tema e que sejam coordenados a nível nacional, tendo em consideração a necessidade do fortalecimento da base de ID&I existente, de modo a assegurar vertentes de investigação e demonstração relevantes e assim suportar a ativação de um mercado para o hidrogénio em Portugal. Sendo que na Europa a cadeia de fornecimento específica para a eletrólise está menos desenvolvida do que aquela para as pilhas de combustível, Portugal deve procurar o seu lugar nessa cadeia identificando e criando novas oportunidades na operacionalização da produção de hidrogénio verde com custos mais baixos, tendo a ID&I um papel muito importante nesse contexto.

Quanto a temas e áreas a investigar, além do referido no ponto 3, justifica-se ainda estudar:

- Formas de ultrapassar as barreiras da penetração do H₂ na indústria, tais como aumento nas emissões de óxidos de azoto e alguns problemas ao nível do processo para alguns setores industriais;
- Desenvolvimento de novos eletrolisadores de grandes dimensões eficientes e competitivos, bem como estudar e comunicar o desempenho daqueles que já existem - importa criar um repositório transparente, dado que neste momento há tão poucos projetos em operação que a informação sobre desempenho tecnológico em condições “reais” está toda concentrada nas mãos dos poucos fornecedores de eletrolisadores a operar no mercado mundial;
- Investigação em materiais estruturais e funcionais para eletrolisadores que ofereçam potencial para redução de custos e aumento da eficiência, incluindo novas membranas com baixa resistência ohmica e baixa permeabilidade, acompanhadas de estabilidade química e mecânica, para aumento do desempenho e operacionalidade do eletrolisador;
- Em paralelo ao design, desenvolvimento de componentes e otimização, é necessário investir na investigação de um dos mais prominentes indicadores de desempenho que é a durabilidade do eletrolisador, em particular tendo em consideração a sua operação sob condições dinâmicas e intermitentes, em cujo contexto o envelhecimento e degradação de componentes chave é desconhecido;
- Desenvolvimento de uma nova geração de materiais de elevado desempenho, baixo custo e ambientalmente sustentáveis para a eletrólise da água e células de combustível, incluindo substituição de materiais críticos. Ao longo da cadeia de valor é importante garantir a maior sustentabilidade possível das tecnologias nomeadamente ao nível da utilização de matérias primas críticas, tratamento dos catalisadores e dos resíduos de

tratamento de água. Além da motivação ambiental, esta preocupação justifica-se dada a vulnerabilidade das cadeias de abastecimento mundiais a algumas matérias-primas escassas que poderá levar a aumento de preços ou mesmo ruturas de *stocks*;

- Hidrogénio solar: Estudo do processo de fotólise/eletrofotólise para recuperação de hidrogénio de águas residuais. Desenvolvimento de catalisadores para aplicação na reformação de efluentes orgânicos aquosos (reagentes sacrificiais). Desenvolvimento de catalisadores para utilização de radiação no espectro visível. TRL baixo;
- Desenvolvimento de projetos de demonstração visando toda a cadeia de valor para sistemas do tipo *stand-alone* baseados nas necessidades de pequenas comunidades, fomentando a produção e utilização do hidrogénio de modo descentralizado;
- Estudo técnico-económico da eletrólise PEM na perspetiva de fornecimento de serviços à rede, considerando o papel da energia hidroelétrica e o armazenamento elétrico em baterias;
- Projeto de integração de infraestruturas piloto para o reabastecimento de hidrogénio para a mobilidade utilizando pilotos em corredor Europeu. Métodos para o *design* da estratégia e otimização da distribuição de infraestruturas;
- Avaliação de soluções de armazenamento com capacidade para utilizar infraestruturas existentes para combustíveis líquidos representando acrescida densidade volumétrica (LOHC) e ciclos reversíveis de hidrogenação catalítica;
- A captura e utilização de carbono com o objetivo de reciclar o CO₂ e convertê-lo em produtos com valor acrescentado, representa uma aplicação da economia circular ao carbono, que considera o CO₂ como matéria-prima. A tecnologia de redução eletroquímica do CO₂ é um processo ainda em fase de investigação, mas com um grande potencial para fechar o ciclo antropogénico do carbono. Em particular a co-eletrólise do CO₂ e água para produzir gás de síntese (H₂ e CO) apresenta-se como uma importante plataforma para introduzir energia renovável numa indústria química que se quer sustentável;
- Avaliar a importância da produção de H₂ para a implementação das metas de eletricidade renovável nacionais nomeadamente através da utilização de energia elétrica renovável para a produção de H₂ renovável e a participação do H₂ como ferramenta de flexibilidade para o setor elétrico;
- Estudar a interligação entre a produção renovável de eletricidade e a eletrólise nomeadamente estudos sobre a interligação entre sistemas renováveis de eletricidade e eletrolisadores incluindo o funcionamento por degraus e o controlo da ligação;
- Sinergias com os outros gases renováveis;

- Implementação de programas de formação por medida de acordo com os interesses e necessidades dos *stakeholders*.

7 Aceitação social

Fomentar estudos que contribuam para a compreensão das condições de aceitação social das tecnologias do Hidrogénio nas várias configurações estratégicas identificadas no documento da EN-H₂, na base do setor/público alvo, criação de oportunidades e canais mais apropriados para a perceção da tecnologia, segurança e comunicação de potenciais benefícios económicos e ambientais. Estabelecimento da relação entre o conhecimento e aceitação das tecnologias do hidrogénio.

8 Notas finais

O LNEG considera que são condicionantes cruciais para o sucesso da implementação da produção de H₂ em larga escala em Portugal, os seguintes pontos:

- Adoção de projetos integrados com avaliação económica à cabeça;
- Existência de regulamentação adequada;
- Consideração da perceção social e adoção de um compromisso público-privado;
- Promoção de uma articulação estreita entre o ecossistema industrial e investigação;
- Integração do H₂ numa lógica de sistema, adotando uma abordagem sistémica aliada a ações concretas subordinadas a uma coordenação impulsionada pelas políticas públicas;
- Salvaguarda dos interesses dos consumidores relativamente ao eventual acréscimo de custos para os consumidores de energia final.

9 ANEXO I – Quadro legal e regulamentar identificado como de maior relevância para a promoção do H₂ em Portugal (não exaustivo)

SISTEMA ELÉTRICO NACIONAL

Decreto-Lei n.º 79/2019 de 3 de Junho da Presidência do Conselho de Ministros, Pub. L. No. Diário da República, 1.a série — N.º 106 (2019). Actualização mais atual referente à organização e funcionamento do Sistema Elétrico Nacional.

Decreto-Lei n.º 162/2019 de 25 de Outubro da Presidência do Conselho de Ministros, Pub. L. No. Diário da República: I série, No 206 (2019). Referente ao novo regime do autoconsumo que se aplicará aos projetos de geração de hidrogénio apesar de no caso da re-electrificação do hidrogénio armazenado o enquadramento legal ainda estar em desenvolvimento.

Regulamentos n.º 46/2019 e n.º 4/2019, de Certificação e Inspeção e Técnico e de Qualidade 2019, da DGEG, que regulamentam o novo regime do autoconsumo elétrico relativamente à certificação e inspeção das instalações e estabelecem as regras de caráter técnico genericamente aplicáveis às instalações elétricas de produção para autoconsumo e instalações auxiliares, incluindo os esquemas de ligação permitidos e proteções associadas, e as regras de aprovação e certificação de equipamentos que compõem aquelas instalações quanto à qualidade de serviço.

Regulamentos da ERSE para o SEN: Regulamento das Relações Comerciais, Regulamento do Acesso às Redes e às Interligações; Regulamento das Operação de Redes; Regulamento da Qualidade de serviço; Regulamento das Redes inteligentes (n.º 610/2019); Regulamento n.º 266/2020 de 20 de Março do novo regime de Autoconsumo, Pub. L. No. Diário da República, 2.ª Série, n.º 57/2020 (2020).

AMBIENTE – PREVENÇÃO DE RISCOS

Decreto-Lei n.º 75/2015, de 11 de maio (**RLUA-Licenciamento Único Ambiental**) acompanhado pelas **Portaria 332-B / 2015**, de 5 de outubro, **Portaria n.º 398/2015**, de 5 de novembro e **Portaria n.º 399/2015**, de 5 de novembro, aplicáveis às instalações industriais emissoras constantes no Decreto-Lei n.º 127/2013 de 30 de agosto do Ministério da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território publicado pelo Diário da República n.º 167/2013, Série I de 2013-08-30 sobre Prevenção e Controlo Integrados da Poluição (PCIP) que transpõe DEI - Diretiva Emissões Industriais e implementa o REI - Regime de Emissões Industriais aplicável à produção de H₂ (Anexo I 4.2 - produção de produtos químicos inorgânicos (incluindo hidrogénio)). **Decreto-Lei n.º 39/2018**, de 11 de Junho que estabelece regime de prevenção e controle das emissões de poluentes no ar, transpondo a Diretiva 2015/2193) e o Decreto-Lei n.º 119/2019, de 21 de agosto, que procede a atualizações no regime de licenciamento da LUA referente aos usos da água.

Decerto-Lei n.º 152-B/2017 de 11 de dezembro do Ambiente Diário da República n.º 236/2017, 1.º Suplemento, Série I de 2017-12-11 sobre a suscetibilidade do projeto causar impactos significativos no meio ambiente regulamentado pelas **Portaria n. 368/2015**, 19 de outubro, **Portaria n. 395/2015**, de 4 de novembro e pelo **Decreto-Lei n.º 4/2015**, de 7 de janeiro (Código de Procedimento Administrativo).

Decreto-Lei no 150/2015 de 5 de agosto do Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia, Pub. L. No. Diário da República, 1.a série — N.o 151, Diário da República 524 (2014).

Decreto-Lei n.º 236/2003, de 30 de setembro, implementa a Diretiva ATEX Directiva 1999/92/EC que estabelece os requisitos de segurança de um empregador em locais de trabalho sujeitos a atmosferas explosivas (sendo estas substâncias inflamáveis e/ou poeira combustível) para a proteção dos trabalhadores. Estes requisitos são tratados caso a caso com base num “Manual de Proteção contra Explosão” que é desenvolvido e no qual se definem as informações relevantes: a delimitação de zonas de proteção, seleção de equipamentos, critérios de manutenção, seleção de sinais e elementos para estabelecer procedimentos de trabalho e regras de segurança.

Decreto-Lei n.º 32/2015, de 4 de abril, estabelece regras a serem seguidas no desenvolvimento de um projeto, fabricação e avaliação de conformidade, comercialização e entrada em serviço de equipamentos sob pressão. (transpõe a Diretiva de equipamentos sob pressão 2014/68/UE).

Decreto-Lei n.º 111-D/2017, de 31 de agosto, estabelece regras aplicáveis à disponibilidade de equipamentos sob pressão no mercado (transpõe Diretiva de equipamentos sob pressão 2014/68/UE).

ÁGUA

“**Lei da Água**” criada pela **Lei n.º 58/2005** na qual se estabelece o valor social, ambiental e econômico da água na qual se estabelece acesso universal à água com qualidade (inclusive serviço de saneamento urbano) a um custo socialmente aceitável.

Decreto-Lei n.º 46/2017, de 3 de maio, publicado Diário da República, 1.ª série — N.º 85 (2017) relativo ao “Uso dos Recursos Hídricos”. A Taxa de Recursos Hídricos é revista para incluir todos os valores da água declarados na “Lei da Água” atualizando o regime económico-financeiro do uso dos recursos hídricos e incluindo as componentes de custo relacionadas com a descarga de efluentes.

“**Lei de Propriedade dos Recursos Hídricos e DQA**” **Lei 54/2005**, 15 de novembro - estabelece a propriedade pública dos recursos hídricos.

Decreto-Lei n.º 119/2019, de 21 de agosto da Presidência de Conselho de Ministros publicada Diário da República, 1.ª série n.º 159 relativa à “Produção e Reutilização de Águas Residuais” no qual se estabelece o regime legal para a produção de água para reutilização, obtida a partir do tratamento de águas residuais, bem como de seu uso que deve ser adequado para a

finalidade prevista (fit-for-purpose) e enfatiza a análise sempre que necessário dos impactos esperados na saúde humana e na qualidade da água.

SISTEMA NACIONAL DE GÁS NATURAL

Decreto-Lei nº 30/2006 e Decreto-Lei n.º 140/2006 revistos pelo Decreto-Lei n.º 231/2012 de 26 de Outubro que serão revistos e atualizados pelos diplomas que regulam o Sistema Nacional de Gás, no qual se incluem os produtores de gases, incluindo gases renováveis, que estão para ser publicados muito em breve.

Regulamentos da ERSE para o SGN: Regulamento de Acesso às Infraestruturas e às Interligações de Abril de 2019; Regulamento das Relações Comerciais de junho de 2019; Regulamento da Qualidade de Serviço n.º 629/2017, de 20 de dezembro; Regulamento da Operação de infra-estruturas de Gás Natural de Abril de 2016.