



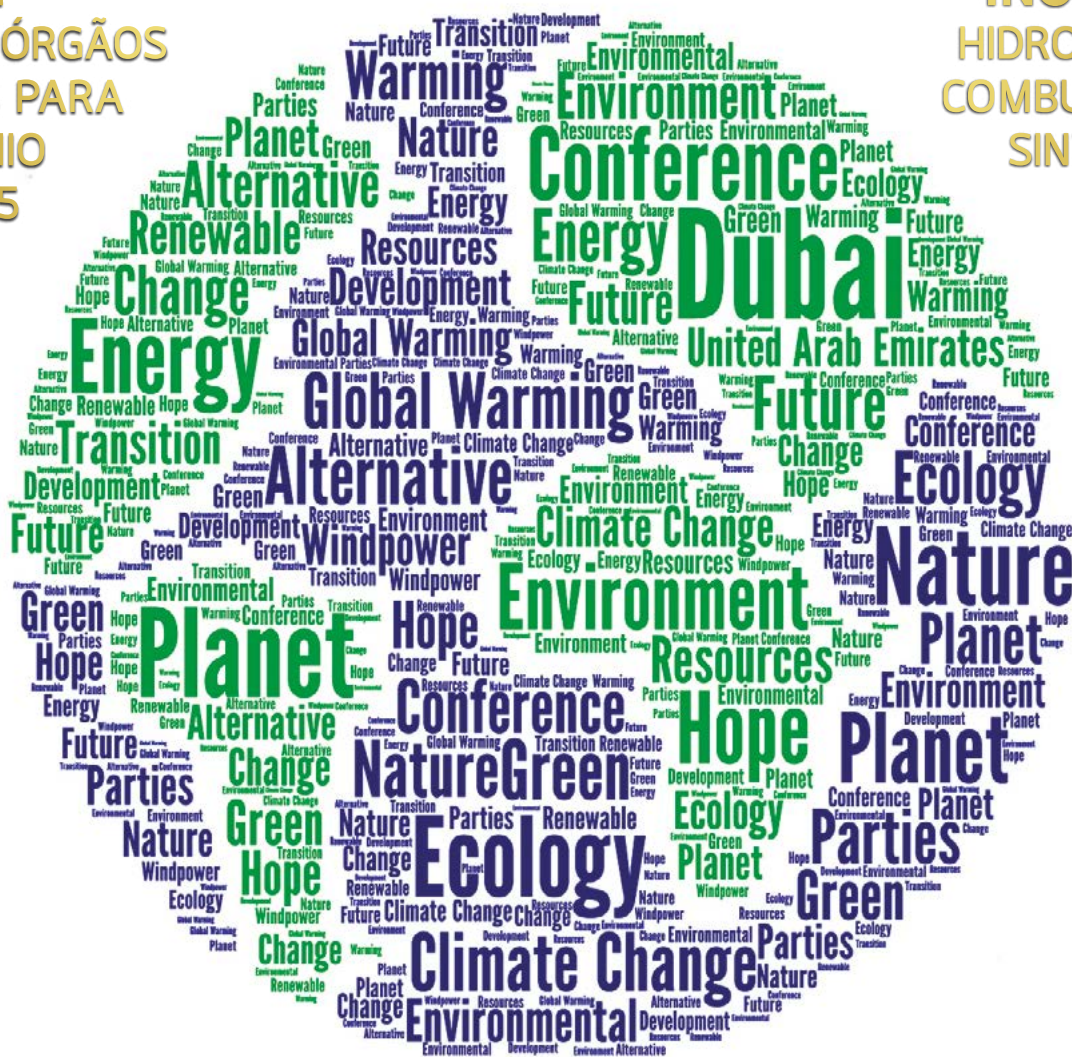
ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA
PARA A PROMOÇÃO DO HIDROGÉNIO

magazine

Nº 11 NOVEMBRO DEZEMBRO 2023 REVISTA BIMESTRAL 4€

AP2H2
NOVOS ÓRGÃOS
SOCIAIS PARA
O TRIÉNIO
2023-25

INOVAÇÃO
HIDROGÉNIO E
COMBUSTÍVEIS
SINTÉTICOS



COP 28 UM NOVO
IMPULSO
PARA O H2



SMARTENERGY

Leading the way in green hydrogen.


smartenergy.net



Green Hydrogen



Solar PV



Wind Power



14 TECNOLOGIA

Inovação na descarbonização: do hidrogénio aos combustíveis sintéticos



10 FORMAÇÃO

Curso AP2H2 - Engenharia e Economia do Hidrogénio



34 OPINIÃO

Mercado do gás: Europa aposta no hidrogénio e na descarbonização

NOVEMBRO DEZEMBRO 2023 N.º 11

Editorial

4 Vamos ouvir os Partidos

Destaque

6 Eleições para os Órgãos Sociais triénio 2023/25: Reposicionar a AP2H2 para uma transição climática sustentável

Formação

10 Curso AP2H2 - Engenharia e Economia do Hidrogénio

Tecnologia

14 Inovação na descarbonização: do hidrogénio aos combustíveis sintéticos

18 Armazenamento de hidrogénio em materiais porosos da classe MOF (Metal-Organic Framework)

22 Iberdrola e Schneider Electric impulsionam eficiência energética

23 Hydrogen Pioneer: Projeto inovador para aceleração da descarbonização

Entrevista

24 Balanço da participação portuguesa na COP28: Sessão de perguntas e respostas

Dossiê

28 COP28 Diretrizes sobre hidrogénio consideradas um bom começo

30 Uma visão sobre a COP28

31 A COP28 foi um marco para a PRF Gas Solutions

Notícias

32 Atualidade no setor

Opinião

34 Mercado do gás: Europa aposta no hidrogénio e na descarbonização



Diretora
Judite Rodrigues

Diretor Adjunto
Miguel Boavida

Conselho Editorial
Alexandra Pinto, Carmen Rangel,
José Campos Rodrigues, Paulo Brito

Redação
David Espanca, Sofia Borges

Banco de Imagens
Getty Images

Estatuto Editorial disponível em www.bleed.pt

Editor de Fotografia
Sérgio Saavedra

Projeto Gráfico
Sara Henriques

Direção Comercial
Mário Raposo

Contacto para publicidade
mario.raposo@bleed.pt
Tel.: 217957045



Edição e Publicidade
www.bleed.pt

Parceria AP2H2
www.ap2h2.pt

Propriedade
Bleed, Sociedade Editorial
e Organização de Eventos, Unipessoal, Lda.
NIPC 506768988

Sede da Administração e Redação
Bleed - Sociedade Editorial
Av. das Forças Armadas n.º4 - 8.ºB
1600-082 Lisboa
Tel.: 217957045 info@bleed.pt

Administrador
Miguel Alberto Cardoso
da Cruz Boavida

Composição do Capital Social
100% Miguel Alberto Cardoso
da Cruz Boavida

Impressão
Grafisol, Lda
Rua das Maçarocas
Abrunheira Business Center, 3
2710-056 Sintra

Tiragem: 8.250 exemplares
N.º de Registo ERC: 127660
Depósito Legal: 492825/21

MENSAGEM DO PRESIDENTE

Vamos ouvir os Partidos



José Campos Rodrigues+

O final do ano de 2023 fica marcado internacionalmente pela COP 28, cujo principal marco é o acordo sobre a eliminação dos combustíveis fósseis. Este é um dos temas deste número da H2 Magazine. Com este acordo global a economia do Hidrogénio ganhou um novo impulso. O quadro de referência é simples e conhecido, mas não é de mais insistir nele:

Os combustíveis fósseis dão lugar às energias renováveis (ER), sejam solares ou eólicas.

Porém, as ER são aleatórias, intermitentes e sazonais. Para serem despacháveis exige-se um vector de armazenamento que permita ajustar a oferta a uma procura igualmente variável e sazonal, e que assegure a consistência do sistema energético como um todo, conferindo-lhe fiabilidade. As ER, por outro lado, não satisfazem todas as necessidades energéticas, nomeadamente na Indústria e na Mobilidade pesada. O H2 verde (H2V) é a chave que viabiliza o novo Sistema Energético, que se requer sustentável, respondendo, ainda, a outro desafio estratégico: a autonomia energética de qualquer espaço geopolítico, uma vulnerabilidade da UE, que a guerra da Rússia à Ucrânia expôs tão brutalmente, colocando o tema no topo da Agenda política e económica. O H2V é esse *buffer* intercalar de armazenamento, que evita o desperdício de energia produzida (e não consumida no momento), ajustando a oferta à satisfação da procura. **É, também, o substituto dos combustíveis fósseis nos casos em que a energia eléctrica não se adequa aos requisitos do consumo.**

Não podíamos começar 2024 com melhores expectativas. O alinhamento internacional em torno desta Agenda é hoje incontroverso. Portugal tem vantagem competitiva na produção do H2V. no quadro europeu. O desafio de valorizar a oportunidade criada, impõe-se. Este é o momento para debater a ENH2(V). Inesperadamente, entrámos num período eleitoral. Que melhor ocasião para confrontar as várias plataformas políticas com as suas propostas de estratégia, política, medidas e instrumentos para o H2V?

Vários *dossiers* vão ficar por fechar, todos os sabemos.

Citemos alguns:

- O PNEC está em discussão pública. A sua versão final terá de ser entregue na CE em junho;
- A ENH2 está em revisão. Vai ser uma herança do novo governo, incluindo a sua compatibilização com a versão publicada do PNEC;
- O reforço da rede eléctrica, face à adicionalidade decorrente da potência de electrolisadores prevista, é aguardada pelos operadores. São alguns GW adicionais a injectar na rede que procuram pontos de ligação;
- Aguarda-se legislação que regulamente o licenciamento das HRS e a injeção de H2 na rede de GN;
- O plano para a mobilidade (sobretudo pesada), que já estava no horizonte próximo, vai ter que aguardar.

Neste período de campanha eleitoral vamos querer saber das diversas forças políticas quais as propostas que têm para o sistema energético sustentável e, em particular, qual o contributo esperado do H2V:

- Que propostas têm para adequar o sistema energético aos novos desafios que o fim dos combustíveis fósseis trazem para a Agenda política e económica?
- Qual o contributo que antecipam para o H2V na transição do modelo?
- Vão rever o PNEC 2030, a ENH2 e o RNC? Quais as linhas directrizes dessa revisão?
- Que recursos financeiros serão alocados à sustentabilidade e à transição energética?
- Consideram que Portugal pode (e deve ser) autossuficiente em energia? Ou mesmo um exportador líquido de energia no contexto da UE?
- Que planos têm para as cadeias de valor da Metanação, da Amónia, dos combustíveis sintéticos, em que poderemos ser dos principais produtores europeus?
- Qual a visão para o *cluster* industrial do H2V? (cadeias de valor, emprego, investimento...)

São estas algumas das perguntas que queremos questionar às várias forças políticas que a 10 de março serão julgadas pelo eleitorado. Ainda a tempo, no próximo número da H2 Magazine, publicaremos as respostas obtidas, e avaliaremos em conformidade as várias plataformas eleitorais que se apresentem ao eleitorado.

É o bom momento. ●





DRHYVE

Portable hydrogen refuelling station



Plug-and-play, fully automated solution that comprises hydrogen storage, compression, control and dispensing in a 40 ft container.

Purchase and rental options

Move with us towards a **greener** future.



www.prf.pt

ELEIÇÕES PARA OS ÓRGÃOS SOCIAIS TRIÊNIO 2023/25

Reposicionar a AP2H2 para uma transição climática sustentável

No passado dia 3 de novembro de 2023, decorreram as eleições para os órgãos sociais da AP2H2 para o triénio 2023/25. Neste artigo, deixamos uma síntese do manifesto eleitoral da lista vencedora, cujo Conselho de Administração se revela motivado e preparado para responder aos novos desafios da entrada do hidrogénio nas agendas da economia global.

O **S NOVOS DESAFIOS**
A AP2H2 tem novos desafios. A entrada do hidrogénio nas agendas da economia global é irreversível. A sua missão fundadora - fazer a pedagogia do hidrogénio verde e do seu contributo para a sustentabilidade ambiental - cumpriu-se.

O hidrogénio renovável é uma realidade económica cuja valia é reconhecida transversalmente pela sociedade em geral e pelos poderes políticos em particular. Associado às energias renováveis posiciona-se para viabilizar a autonomia energética das comunidades, eliminando os combustíveis fósseis das matrizes energéticas; a transição energética será, ainda, susceptível de ser gerida de forma sustentável. Esperamos poder controlar e minimizar os danos que nos ameaçam, em consequência das alterações climáticas.

O contributo e papel da AP2H2 não se esgotou, porém, nesta acção desenvolvida ao longo dos seus 20 anos de existência. A economia do hidrogénio entra agora numa nova fase, com novos desafios, para a resolução dos quais a AP2H2 tem um contributo relevante a dar. A sua representatividade, agregando a grande maioria dos *players* do sector, o seu conhecimento das temáticas e problemáticas associadas ao contributo do Hidrogénio para a sustentabilidade, o reconhecimento angariado junto dos mais variados setores sociopolíticos, a independência de que se preza face aos diferentes interesses económicos, são valores e atributos que a caracterizam. A AP2H2 está obrigada a participar no combate em curso por uma transição climática que assegure a sustentabilidade ambiental.

É esta linha de pensamento e ação que explica e justifica a candidatura às eleições dos corpos sociais da AP2H2. O nosso plano é reposicionar e dar dimensão à AP2H2 para fazer face a este ciclo que decorre, em que nos defrontamos com a dramatização das ameaças climáticas, agravadas pelos conflitos que estão a emergir. A autonomia e sustentabilidade energética é um valor cada vez mais inestimável. O H2 verde tem um contributo a dar para que esse desiderato seja alcançado. Queremos uma Associação mais ativa e mais presente no processo político em curso, apoiando os associados na valorização das oportunidades económicas que daí decorrem e nos contributos que coletivamente podemos dar para o caminho da sustentabilidade global.

LINHAS DE AÇÃO

As linhas de ação que estruturam a nossa proposta de programa são:

- Reforçar as ações visando a literacia e a informação sobre a economia e tecnologia do hidrogénio;
- Promover o contributo do hidrogénio renovável para a economia nacional;
- Dinamizar o quadro de cooperação institucional.

a) Reforçar as ações visando a literacia, a formação e a informação sobre a economia do hidrogénio

Propomo-nos continuar as ações que neste domínio têm vindo a ser desenvolvidas:

- Edição periódica da H2 Magazine, como importante meio de comunicação entre a Comunidade do Hidrogénio;
- H2Clip, com os principais *highlights* da semana sobre o H2;

- *Newsletter* periódica alternando com a revista;
- Reforço da presença da AP2H2 nas redes sociais (nomeadamente LinkedIn e Facebook);
- Criação de uma área reservada aos associados na *web page* da AP2H2, dinamizando por essa via a comunicação entre os associados.

Na área da formação técnica pretendemos dar especial atenção à problemática da formação profissional com que a indústria se defronta, e que se pode agravar a breve prazo.

O objetivo é o de monitorar as necessidades dos agentes económicos de técnicos e quadros especializados, e interagir junto do sistema de formação para que a oferta possa adequar-se a uma procura emergente e crescente. É uma ação que deverá abranger não só os jovens, abrindo-lhes novas oportunidades de emprego qualificado, bem como a requalificação e atualização dos técnicos já inseridos no mercado de trabalho.

Outra dimensão da ação de formação/literacia a desenvolver compreenderá:

- Dar periodicidade anual ao curso de iniciação à Economia e Engenharia do Hidrogénio (40 h);
- Realização mensal de um Seminário/*Master class* de curta duração (1h/2h) sobre as temáticas do hidrogénio;
- Organização de um Encontro anual de âmbito internacional, de pelo menos um dia sobre o hidrogénio: o dia do Hidrogénio, a realizar rotativamente nos principais polos de desenvolvimento do hidrogénio.

b) Promover o contributo do H2 para a economia nacional

É reconhecida a competitividade do País na produção de H2 verde. Com este dado a visão para o H2 deve contemplar:

- A autonomia energética do País, assegurando a fiabilidade e robustez da rede elétrica, bem como a substituição dos combustíveis fósseis (diretamente ou através de *carriers*);
- Contribuir de modo significativo para os objetivos comunitários expressos no REPowerEU (5%?).

Para que esses objetivos se cumpram há que traçar um roteiro que assegure a competitividade do H2 face aos combustíveis fósseis em mercado concorrencial (*Target 2035?*), através de apoios degressivos que acompanhem o crescimento do mercado.

A nossa visão é que a industrialização dos processos produtivos, o efeito de escala nos equipamentos e o progresso tecnológico conjugados com a volatilidade e incertezas que caracteriza os mercados dos combustíveis fósseis, com preços penalizados pelas taxas de carbono permitirá, num prazo relativamente curto, criar as condições concorrenciais ao hidrogénio.

Para que a economia do hidrogénio tenha a expressão que está ao seu alcance haverá que prestar particular atenção ao quadro legislativo e regulamentar, que nesta fase continua a criar barreiras ao processo de



Queremos uma Associação mais ativa e mais presente no processo político em curso, apoiando os associados na valorização das oportunidades económicas

licenciamento de instalações industriais associadas ao hidrogénio verde.

Principais iniciativas e ações a desenvolver na prossecução destes objetivos:

- Interação com os poderes públicos responsáveis pelas políticas do setor;
- Participação nas iniciativas e ações que visem a regulamentação da atividade, com particular atenção à regulamentação e licenciamento e à normalização para o setor;
- Realização de estudos de avaliação e apresentação de propostas de medidas para o reforço da competitividade da atividade;
- Apoio e interação com os associados face a eventuais condicionamentos de natureza burocrática que limitem a sua atividade;
- Geração de informação económica sobre o setor (preferencialmente a realizar em parceria com outras entidades);
- Promoção de um *cluster* industrial do hidrogénio que traga maior valor acrescentado nacional à atividade.

c) Cooperação institucional

Esta linha de ação deve contemplar as vertentes interna e externa. Na vertente interna pretende-se reforçar a articulação e cooperação com as associações congéneres, nomeadamente as relacionadas com as energias renováveis e a sustentabilidade ambiental.

Na vertente externa deverá a AP2H2 ter uma presença internacional ativa visando a promoção do setor nacional nos mercados externos. Principais iniciativas a considerar:

- Adesão ao H2Europe;
- Participação em feiras internacionais de maior simbolismo;
- Criar um quadro de cooperação institucional com associações congéneres europeias de maior significado para o desenvolvimento da atividade em Portugal (Espanha, Alemanha, França...)

ORGANIZAÇÃO INTERNA

Este plano de ação implica um reforço significativo dos meios (humanos e financeiros) da AP2H2.

A Direção deverá, com a apresentação do orçamento para 2024, fazer uma reflexão sobre a sua organização interna e meios a alocar e que deverá ser debatida na AG convocada para a discussão e aprovação do orçamento do ano. ●

AP2H2 Conselho de Administração



José Campos Rodrigues
Presidente

É empresário e lida com a economia e tecnologias do hidrogénio há mais de 20 anos. Atualmente, a sua atividade está centrada no desenvolvimento de combustíveis sintéticos renováveis de terceira geração, visando a valorização de uma tecnologia própria. É, desde 2007, Presidente da Associação Portuguesa de Promoção do Hidrogénio.



Filipe de Vasconcelos Fernandes
Vogal

Licenciado em Direito (2012), Mestre em Direito Fiscal Constitucional (2017) e Doutor em Direito Fiscal (2023) pela Faculdade de Direito da Universidade de Lisboa, onde é leciona desde 2012. Licenciado em Engenharia e Gestão Industrial pelo Instituto Superior Técnico (2011). Pós-Graduado em Direito Fiscal (2013) e Regulação Económica (2014) pelo IDEFF. Pós-Graduado em Tecnologias e Economia do Hidrogénio pelo INEGI - FEUP (2020). Docente Convidado em diversas escolas de Direito, Economia/Gestão e Engenharia, ensinando, de entre outros: Direito Fiscal das Empresas, Direito Fiscal da Energia, Política Fiscal, Regulação da Economia do Hidrogénio, Economia da Energia, Finanças Públicas, Regulação de Redes. Inscrito da Ordem dos Advogados como Jurista de Reconhecido Mérito para a Prática de Atos de Consulta Jurídica (2019). Counsel na Vieira de Almeida & Associados (VdA) - Sociedade de Advogados.



Paulo Brito
Vice-Presidente

É Licenciado em Engenharia Química, ramo de Processos e Indústria, pelo Instituto Superior Técnico; Mestre em "Corrosion Science and Engineering" pelo UMIST, Universidade de Manchester; Doutor em Engenharia Química, pelo Instituto Superior Técnico na área da electroquímica - sobre células galvânicas. Possui, também um MBA - Master os Biseness and Administration. É actualmente Professor Coordenador Principal, na Escola Superior de Tecnologia e Gestão, do Instituto Politécnico de Portalegre, onde exerce actualmete funções de Presidente do Conselho Técnico Científico e Coordenador do Centro de Investigação de Valorização de Recursos Endógenos - VALORIZA (Avaliação de Muito Bom). As principais áreas de investigação estão relacionadas com bioenergia, tratamentos ambientais de resíduos, corrosão de materiais e produção galvânica de energia e hidrogénio. Tem cerca de 300 trabalhos publicados entre revistas científicas, capítulos de livros e apresentações em congressos.



Paulo Ferreira
Vogal

É o fundador e CEO da PRF Gas Solutions, uma empresa líder com mais de três décadas de excelência no setor de gás e energia. Desde a sua fundação em 1991, Paulo tem liderado a empresa com paixão e determinação, moldando-a para se tornar uma referência na indústria.

Os valores fundamentais da empresa, o rigor, a ética, a solidez, a capacidade de inovação e a sustentabilidade e dedicação aos clientes, são a bússola que orienta o trabalho árduo e dedicado da equipa PRF. Paulo tem enfatizado repetidamente que o foco da empresa está nos clientes e que a dedicação total à satisfação de seus compromissos é a pedra angular do seu sucesso.



Nuno Gonçalves
Vogal

Gestor executivo de projetos de investimento com histórico comprovado nas indústrias de energias renováveis, telecomunicações e TI. No âmbito das energias renováveis e dos gases de origem renovável lidera atualmente em Portugal as atividades empresarias de um dos maior players ibéricos do sector, com vista ao desenvolvimento de diversos projetos de produção de larga escala de hidrogénio Renovável. Trabalhador árduo com vasta experiência no desenvolvimento de negócios, empresas start-up e projetos em geografias distintas, como Portugal, Espanha, Itália ou Brasil. Empreendedor entusiasta com um amplo conhecimento de múltiplas tecnologias, capaz de liderar vendas, desenvolvimento de estratégias de negócios, serviços ao cliente, finanças e operações. Hábil em negociação, resolução de problemas, comunicação e manutenção de relações de confiança com acionistas, parceiros de negócios e administração pública. Acredita que as energias renováveis e os gases de origem renovável constituem um contributo indispensável para a descarbonização da indústria, bem como para alcançar as metas nacionais e europeias em matéria de energia e clima.



AP2H₂ ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA
PARA A PROMOÇÃO DO HIDROGÉNIO


Fundada a 27 de novembro de 2002, a AP2H₂ é uma instituição sem fins lucrativos e tem como missão a promoção do Hidrogénio e da sustentabilidade energética e ambiental.

Objetivos:


- Promover a introdução do hidrogénio como vetor energético
- Apoiar o desenvolvimento das tecnologias associadas
- Incentivar a utilização do hidrogénio em aplicações comerciais e industriais em Portugal



TORNE-SE SÓCIO E BENEFICIE DE VANTAGENS INTERESSANTES
RECEBA A REVISTA GRATUITAMENTE

Visite-nos: 
www.ap2h2.pt

Mais informações: 
info@ap2h2.pt

Contacte-nos: 
+351 262 101 207 +351 937 447 045

Contacte-nos: 
Edifício Expoeste - Av. Infante D. Henrique nº2 2500-108 Caldas da Rainha



CURSO AP2H2

Engenharia e Economia do Hidrogénio

A AP2h2 criou mais uma ação de formação especializada, desta feita sobre o tema Engenharia e Economia do Hidrogénio. **Filipe de Vasconcelos Fernandes**, que está a coordenar a iniciativa, traça as linhas de orientação do novo curso.



Filipe de Vasconcelos Fernandes

A AP2H2 está a desenvolver mais uma ação de formação. Qual a designação, conceito e objetivos do novo Curso?

Já existe calendário, quem pode inscrever-se e quem são os parceiros associados?

Sim, efetivamente a AP2H2 tomou a decisão de criar mais um Curso de Formação - neste caso, em Engenharia e Economia do Hidrogénio - procurando disseminar conhecimento em torno do vetor hidrogénio e capacitar um público necessariamente heterogéneo e abrangente, em questões essenciais para a compreensão da cadeia de valor, das aplicações e do respetivo desenvolvimento ao longo dos próximos anos.

Nessa medida, este Curso de Formação representará, assim creio, um formato diferenciador e particularmente oportuno para todos aqueles que pretendam adquirir, reciclar ou complementar conhecimentos de base ao nível do vetor hidrogénio, com particular destaque para todos aqueles que tenham uma intervenção direta com as suas mais diversas aplicações.

O curso irá decorrer entre 22 de janeiro e 13 de março e os parceiros são várias entidades de referência no setor, algumas das quais associadas da própria AP2H2.

Que critérios foram tidos em conta na conceção da estrutura programática e que abordagens e matérias assumem maior destaque e o que fundamenta tal decisão?

Essencialmente, foram consideradas as necessidades de formação introdutória e multidisciplinar em torno do vetor hidrogénio e, ao mesmo tempo, a construção de um programa completo, que permita a reciclagem ou a aprendizagem de conteúdos essenciais a este nível. De certo modo, todas as matérias se interligam e adquirem o seu peso e contributo para um programa que me parece bastante equilibrando, abrangendo desde aspetos de políticas públicas, tecnologia, regulamentação, economia do H2, de entre outros.

Competitividade do hidrogénio

No seguimento da questão anterior, que competências se pretendem proporcionar aos formandos?

Diria que estão em causa competências de perfil

introdutório, em alguns casos intermédio, ao nível dos vários pilares da economia do hidrogénio, permitindo aos formandos uma melhor e mais eficiente penetração no discurso técnico e nos principais desafios de curto e médio-prazo deste vetor energético.

Como Diretor desta nova iniciativa, atualmente que vertentes do conhecimento e experiência em hidrogénio considera mais relevantes no nosso país e em que medida este curso pode contribuir para um maior esclarecimento?

Deste ponto de vista, tenho uma perspetiva particularmente otimista. Tanto os projetos em curso como a formação existente, em torno do vetor hidrogénio, permitem antever uma rápida proliferação e incremento do interesse por esta temática.

O país tem um conjunto de fatores que incrementam a sua competitividade em torno do vetor hidrogénio e tal deve refletir-se, não apenas em investimento, mas também em I&D, conforme já sucede e deve desejavelmente aumentar.

A formação agora promovida pela AP2H2 insere-se nesse espírito, que também é o da própria associação. ●



Este Curso de Formação terá um formato diferenciador e particularmente oportuno para todos aqueles que pretendam adquirir, reciclar ou complementar conhecimentos de base ao nível do vetor hidrogénio

SERVIÇOS PRESTADOS



ORGANISMO DE INSPEÇÃO

INSPECTION BODY



ORGANISMO DE NORMALIZAÇÃO SETORIAL

STANDARDIZATION BODY



ACADEMIA DE FORMAÇÃO

TRAINING BODY



ORGANISMO NOTIFICADO

NOTIFIED BODY



CONSULTORIA E PROJETOS ESPECIAIS

CONSULTING AND SPECIAL PROJECTS



LABORATÓRIO

LABORATORY



www.itg.pt
itg@itg.pt

QUALIDADE E SEGURANÇA

QUALITY & SAFETY



FORMAÇÃO EM ENGENHARIA E ECONOMIA DO HIDROGÉNIO RENOVÁVEL*

Engenharia e Economia do Hidrogénio Renovável*

22 janeiro a 13 março 2024
20 sessões (on-line)/40h de formação
2ª, 4ª e 6ª das 17h às 19h

*Formato de Iniciação

Porquê Formação em Tecnologias e Economia do Hidrogénio Renovável ?

ORGANIZAÇÃO



PATROCINADORES



Hydrogen Solutions

PARCERIA



Atualmente, o vetor Hidrogénio (H₂) conhece um conjunto de aplicações e desenvolvimentos sem precedentes, com natural destaque para a sua dimensão renovável, ocorridos às escalas internacional e europeia, com o exponencial interesse no segmento dos gases renováveis, suscitando novos desafios e oportunidades para toda a cadeia de valor do H₂.

Aos objetivos traçados pela EN-H₂, seguiram-se novos desenvolvimentos, designadamente o anúncio do procedimento concorrencial, à escala nacional, para a aquisição, via CURg, de Hidrogénio Renovável, ou à escala europeia, a criação do Banco Europeu de Hidrogénio, com o lançamento do primeiro leilão, já no Outono de 2023.

De acordo com dados da UE, estima-se que, até 2030, seja atingida uma produção intracomunitária de 10 Mton de Hidrogénio Renovável, com 40 GW de eletrolisadores instalados e a criação de milhares de novos empregos altamente especializados, necessários à dinamização da economia do H₂.

O Curso de Formação em Engenharia e Economia do Hidrogénio Renovável, em formato de iniciação, que agora se apresenta, procura responder às necessidades formativas de um conjunto heterogéneo de interessados, desde a academia aos sectores público e empresarial, que pretendem adquirir novas competências na área das tecnologias do H₂.

O Curso de Formação tem suporte na plataforma Zoom. Oferece 40 horas de formação, repartidas por 6 Módulos, integrando uma componente teórica e outra com carácter mais prático, centrada na apresentação de casos empresariais, a que acrescem ainda 3 *Masterclasses*, com a duração de 2 horas cada, promovendo um espaço aberto de discussão multidisciplinar e de troca de experiências, com formadores, maioritariamente docentes universitários, ligados à economia da energia e às temáticas do H₂, **3 vezes por semana das 17h às 19h**.

A Direção Executiva do Curso será da competência do Prof. Filipe de Vasconcelos Fernandes, Docente da Universidade de Lisboa, Advogado, Consultor e Associado da AP2H₂, que acompanhará a execução e avaliação da formação. A Coordenação organizacional está a cargo da Drª Judite Rodrigues, Mestre em Comportamento Organizacional e Secretária Geral da AP2H₂.

Engenharia e Economia do Hidrogénio Renovável

• Módulo 1 - Não há planeta B

Abertura e Apresentação do Curso | Prof. *Filipe de Vasconcelos Fernandes* / *Universidade de Lisboa*

Parte A - O novo quadro geopolítico - Os desafios da COP28 | *Doutora Ana Fontoura Gouveia* / *SEEC*

- Os desafios da transição energética e controle climático | *Eng.º Nuno Ribeiro da Silva*

Parte B - Conferência: A visão europeia | *H2Europe*

• Módulo 2 - Matriz Tecnológica

Parte A - Cadeia tecnológica do Hidrogénio verde (eletroquímico) | *Prof.ª. Alexandra Pinto* / *FEUP*

Doutora Carmen Rangel

Parte B - Caso prático: Projecto e princípios construtivos de equipamentos eletroquímicos | *Siemens Energy*

• Módulo 3 - Valorizar os resíduos

Parte A - Os biocombustíveis | *Prof. Paulo Brito* / *IPP*

Parte B - Caso prático: Projecto Piloto de Mirandela | *Eng. Paulo Preto dos Santos* / *Dourogás*

• Módulo 4 - Boas Práticas

Parte A - Segurança, regulamentação, licenciamento | *a designar*

Parte B - Caso prático: Análise de risco de uma instalação de Hidrogénio | *Eng.ª Rita d'Araújo* / *ITG*

• Módulo 5 - Uma nova economia

Parte A - Economia do Hidrogénio | *Prof. Filipe de Vasconcelos Fernandes* / *Universidade de Lisboa*

Parte B - Caso prático: Projecto de uma unidade de produção de H2 para injeção na rede | *Doutor Manuel Costeira da Rocha* / *Smartenergy Group AG*

• Módulo 6 - Descarbonizar...

Parte A - Aplicações/oportunidades de negócio | *Prof. Jaime Puna* / *ISEL*

Prof. Vasco Amorim / *UTAD*

Parte B - Caso prático: Mobilidade Urbana a Hidrogénio | *Eng.º Tiago Ramos* / *Caetanobus*

• Masterclasses

Estratégias empresariais: 1. FLOENE

2. BONDALTI

3. REN

Inscrições

PERÍODO DE INSCRIÇÕES DE 14 DEZEMBRO 2023 ATÉ 18 JANEIRO 2024.

CONDIÇÕES GERAIS

Associados da AP2H2 (quotas em dia) - € 180,00

Associados de Entidades parceiras - € 320,00

(20% de desconto de inscrição de não sócio)

Não Associados - € 400,00

CONDIÇÕES ESPECIAIS

a) Early bird 10% de desconto, válido até ao dia 05 de janeiro 2024.

b) 10% para as empresas não associadas a partir da segunda inscrição, inclusive.

c) Nº de inscrições a que os sócios da AP2H2 têm direito, dependerá da respectiva categoria de associado. As inscrições adicionais para sócios das categorias A a F serão pagas a um valor de 50% da inscrição de não sócio.

Categoria A - 5 inscrições Categoria B - 4 inscrições

Categoria C - 3 inscrições Categoria D - 2 inscrições Categoria E - 2 inscrições

Categoria F - 3 inscrições Categoria G - 1 inscrição

As inscrições só serão validadas após respectivo pagamento.

SOLUÇÕES ENERGÉTICAS

Inovação na descarbonização: do hidrogénio aos combustíveis sintéticos

Géssika Morgado⁺Rui Hespagnol⁺

A emissão de gases de efeito estufa (GEE) e suas consequências configuram uma das questões ambientais mais relevantes do século XXI. Segundo o Relatório da Agência Europeia do Ambiente de 2022, o dióxido de carbono (CO₂) assume uma posição de destaque entre os GEEs, contribuindo com aproximadamente 75% do total de emissões. A descarbonização é, por isso, fundamental para mitigar as consequências das alterações

climáticas decorrentes da atividade humana.

As emissões de CO₂ pelo setor dos transportes correspondem a cerca de 21% das emissões globais. A adoção de soluções com baixo potencial de emissão ou baixo teor de carbono, em comparação com os combustíveis fósseis, representa um dos meios mais eficazes para reduzir as emissões de carbono de origem não biogénica. Estratégias como a captura e conversão de CO₂ aliada à utilização de energia de origem renovável e ao armazenamento em materiais e produtos de maior valor acrescentado, como o caso dos combustíveis sintéticos, devem ser consideradas para se enfrentar o desafio de reduzir a pegada carbónica.

Combustíveis sintéticos são opção para reduzir a pegada carbónica

A Diretiva de Energias Renováveis 2018/2001 (RED II) define os combustíveis sintéticos como combustíveis líquidos e gasosos renováveis de origem não biológica (RFNBO). Uma abordagem à

sua produção envolve o uso de CO₂ e eletricidade de origem renovável por meio da metodologia conhecida como *Power-to-Fuels* (P2F) para produção de hidrogénio verde (H₂) através da eletrólise da água. Desta forma, o H₂ e o CO₂ são convertidos em combustível líquido ou gasoso através de processos como *Fischer-Tropsch* (FT), hidrogenação de CO₂, Metanol para Gasolina (MTG), entre outros.

A crescente importância dos combustíveis sintéticos ressalta a relevância tanto do H₂ como do CO₂. O hidrogénio verde, em particular, revela-se versátil e de elevada aplicabilidade, e a produção por eletrólise da água destaca-se como uma abordagem neutra em carbono.

O desafio que surge neste horizonte promissor está intrinsecamente ligado ao custo associado à captura, transporte e armazenamento de carbono. Não nos limitamos a aprimorar as tecnologias de captura; enfrentamos, de igual modo, os encargos relacionados ao tratamento do efluente, de onde se pretende extrair o carbono assim como o subsequente pós-tratamento, que é crucial para atingir as condições ideais de pureza para o transporte, armazenamento e/ou utilização deste gás como matéria-prima. Definir o valor do CO₂ é crucial para pavimentar o caminho para a competitividade económica das alternativas neutras em carbono a longo prazo.

Trata-se de uma tarefa complexa, que exige uma compreensão profunda sobre diversos setores, casos de aplicação específicos e projeções de mercados em constante evolução.



O hidrogénio verde, em particular, revela-se versátil e de elevada aplicabilidade, e a produção por eletrólise da água destaca-se como uma abordagem neutra em carbono

Perante este desafio, surgem soluções inovadoras, como *frameworks* de cálculo de captura de carbono (CAC) que oferecem uma avaliação qualitativa da viabilidade económica da conversão de CO₂ e H₂ verde em combustíveis sintéticos.

Setor dos transportes é dos mais interessados na mudança

Nos setores de transporte aéreo e marítimo, especialmente, subsistem desafios no uso de combustíveis. O setor da aviação começa a avaliar a utilização de combustíveis de aviação sustentáveis (SAFs) para mitigar as emissões de carbono, assim como a proporção de mistura aos combustíveis convencionais de aviação que garante parâmetros de qualidade e desempenho dos motores.

Recentemente, a ASTM International (em português, Sociedade Americana de Testes e Materiais) aprovou onze processos de produção de SAF que variam entre si não só em aspetos tecnológicos e matérias-primas, mas também na composição do produto final e consequentemente, o rácio máximo de mistura com combustível convencional permitido.

Os processos *Fisher-Tropsch* (FT) e a produção de querosene parafínico a partir de ésteres e ácidos gordos hidroprocessados (HEFA), permitem uma mistura de cerca de 50% enquanto que Iso-parafinas sintetizadas a partir de açúcares fermentados hidroprocessados (SIP) permite uma mistura de até 10%.

O e-kerosene surge como uma solução promissora para a indústria da aviação, e o seu processo de produção permite a obtenção de gasóleo “verde” (também designado como gasóleo renovável) como subproduto que pode ser adicionado ao gasóleo convencional.

Por outro lado, o setor marítimo demonstra um grande interesse na adoção de combustíveis sintéticos, principalmente o e-metanol (metanol derivado de CO₂ e H₂ verde).

Obstáculos à adoção de combustíveis sintéticos persistem

No entanto, persistem alguns desafios e obstáculos à descarbonização do setor dos transportes. A utilização de derivados de combustíveis fósseis ainda apresenta vantagens comparativamente aos combustíveis sintéticos, tais como uma maior maturidade tecnológica e custos de produção e venda mais competitivos, comparativamente à ainda baixa capacidade produtiva que permita reduzir os custos associados à produção de combustíveis sintéticos e, o mais flagrante de todos, a densidade energética superior, relativamente aos combustíveis alternativos. Os obstáculos supramencionados poderão não ser tão pronunciados no que se refere à utilização dos combustíveis alternativos, uma vez que não se prevê alterações significativas de equipamentos, motores e componentes. A implementação eficaz de combustíveis líquidos alternativos poderá ser mais fácil do que a transição para outros combustíveis renováveis, como o hidrogénio, do ponto de vista das alterações

a arquitetura de sistemas de armazenamento, transporte, distribuição e consumo. Contudo, a conversão industrial do CO₂ em combustíveis encontra-se ainda numa fase incipiente devido à falta de processos eficazes e economicamente viáveis que também ofereçam um *scale-up* mais vantajoso.

Europa aposta em regulamentação para redução de emissões

Nota-se um esforço conjunto em impulsionar o desenvolvimento de tecnologias relacionadas com a sustentabilidade que contemplam soluções de captura e armazenamento de carbono assim como de produção de combustíveis sintéticos e gases renováveis. Se, por um lado, a União Europeia ocupa a 3.^a posição no *ranking* de emissões de CO₂ mundialmente, por outro, persegue metas ambiciosas para alcançar a redução substancial das emissões até 2030 e atingir a neutralidade carbónica até 2050.

Em abril de 2023, o Parlamento Europeu prosseguiu com a revisão do Regime de Comércio Europeu de Licenças de Emissão de CO₂ ▶



(CELE), com a intenção de eliminar gradualmente as licenças de emissões gratuitas para a aviação até 2026 e promover o uso de combustíveis sustentáveis de aviação.

De acordo com o Regulamento (UE) 2023/2405, a partir de 2025 o fornecimento de combustíveis de aviação em aeroportos da UE deverá incluir 2% de SAF, com o objetivo de atingir os 70% até 2050.

O Acordo Verde Europeu (European Green Deal) prevê a mistura de 2% de SAF no combustível de aviação até 2025 e 5% até 2030, como parte de um acordo entre empresas do ramo, para redução das emissões de poluentes. A Aliança Clean Skies for Tomorrow (CST), da qual fazem parte cerca de 60 empresas, desde companhias aéreas, centros de investigação e aeroportos a produtores de combustíveis, através da assinatura do 2030 Ambition Statement, comprometeu-se a utilizar 10% de SAF até 2030. Estima-se que, para cumprir as metas de sustentabilidade na aviação, sejam necessárias cerca de 14.8 Mton de SAF, anualmente, até 2040 e 28.6 Mton até 2050. Em 2021, uma companhia aérea

francesa realizou um voo de longo curso de Paris a Montreal, com a duração de pouco mais de sete horas, utilizando combustível derivado de óleo de cozinha usado. O combustível é conseguido através do processamento de óleos vegetais e gorduras animais com H₂, em condições de elevada temperatura e pressão. Este voo representou um avanço significativo, evitando a emissão de cerca de 20 toneladas de carbono, com uma redução de 25% no consumo comparativamente ao *jetfuel* convencional. Em analogia, 20 toneladas de carbono correspondem às emissões anuais de 10 veículos a gasolina que percorrem cerca de 20 km diariamente num ano, ou ainda, cerca de 48 voos comerciais entre Lisboa e Londres. Iniciativas como essa demonstram o potencial dos combustíveis sustentáveis na descarbonização do setor.

Investigação e inovação tecnológica abrem caminho a novas soluções

A sinergia entre a captura de carbono e produção de H₂ verde, ou o aproveitamento de óleos e gorduras e a produção

de combustíveis sintéticos, emerge como uma peça-chave na descarbonização. Num futuro próximo, a combinação visionária desses elementos pode revelar-se como a fórmula mágica para a transição energética. Nesse contexto, projetos de investigação e estudos de viabilidade desempenham um papel fundamental ao oferecerem uma base sólida para o desenvolvimento de combustíveis alternativos. Esses projetos não apenas impulsionam a inovação tecnológica, mas também contribuem para a compreensão abrangente dos desafios e benefícios associados à transição para fontes de energia mais limpas. Ao analisar a viabilidade de diferentes opções de combustíveis sustentáveis, informações valiosas para elaboração e orientação de políticas públicas, estratégias empresariais e investimentos podem ser validadas, promovendo, assim, a adoção efetiva de práticas mais *eco-friendly* na aviação (e afins). No INEGI, contamos com equipas multidisciplinares com competências para instruir e apoiar parceiros e clientes na elaboração de estratégias de descarbonização em diversos setores, da indústria à mobilidade.

Estamos comprometidos em impulsionar a inovação e desenvolver estratégias para a transição energética, adaptadas às necessidades dos nossos clientes, identificando barreiras ao mesmo tempo em que procuramos soluções para as ultrapassar de forma eficiente. ●



ENDORSED BY



REPÚBLICA PORTUGUESA

ENVIRONMENT AND CLIMATE ACTION



LISBON ENERGY SUMMIT & EXHIBITION 2024

27 - 29 MAY 2024

FIL - Lisbon Exhibition & Congress Centre
Lisbon | Portugal

250+

INTERNATIONAL EXHIBITORS

300+

INDUSTRY LEADING SPEAKERS

5,000+

GLOBAL ATTENDEES

15+

MINISTERS



GREEN HYDROGEN



WIND & SOLAR



CARBON MITIGATION

CREATING TOMORROW'S ENERGY SYSTEM TODAY



ENERGY STORAGE



LNG

FOR MORE INFO ON PARTICIPATING



Sarah Netherway
Vice President
info@lisbonenergysummit.com

lisbonenergysummit.com



FROM THE ORGANISERS OF



ORGANISED BY



Armazenamento de hidrogénio em materiais porosos da classe MOF (Metal-Organic Framework)

Carlos M. F. Dias⁺Abílio J. F. N. Sobral⁺João M. Gil⁺

1. Introdução

No enquadramento de uma economia do hidrogénio, este serve primordialmente de vetor energético pela possibilidade de armazenamento de energia, muito necessário na utilização eficiente de fontes de energia intermitente, em aplicações estacionárias ou em aplicações móveis.

Uma das tecnologias associadas à economia do hidrogénio que pode ser otimizada é a do armazenamento do hidrogénio. Procura-se armazenar uma elevada quantidade de hidrogénio por unidade de volume (densidade volumétrica) e uma elevada quantidade por unidade de massa do sistema (densidade gravimétrica), esta última com particular relevância na mobilidade. O Departamento de Energia dos Estados Unidos (DoE) estabeleceu

o objetivo de densidade gravimétrica para o armazenamento eficaz de hidrogénio na mobilidade em pelo menos 6,5 wt% (percentagem em peso, relação entre a massa de hidrogénio e a massa total do sistema de armazenamento), e uma gama de temperaturas de trabalho entre aproximadamente -20°C e 100°C, com tempo de carga de alguns minutos¹.

2. Métodos de armazenamento de hidrogénio

Fazemos aqui um breve resumo dos métodos que atualmente podem ser utilizados no armazenamento, salientando algumas vantagens e desvantagens, particularizando no final a utilização de MOFs para este fim.

2.1. Métodos de base física

O método mais utilizado atualmente para armazenar hidrogénio é o da compressão gasosa, como por exemplo em estações de fornecimento de combustível e em automóveis, com pressões até 700 bar. A tecnologia de construção de tanques apropriados está suficientemente madura para garantir as normas de segurança adequadas², embora a densidade gravimétrica atingida seja apenas de 4,2 wt%, com uma fraca densidade volumétrica, ocupando os tanques um volume considerável para uma boa autonomia de mobilidade. A liquefação do hidrogénio é outra tecnologia tão madura quanto possível. Aumenta consideravelmente a densidade gravimétrica para cerca de 7 wt% e um pouco a densidade volumétrica, mas com as desvantagens evidentes da manutenção de uma temperatura de -253°C (20K), abaixo do ponto crítico do hidrogénio³.

Uma estratégia combinada de compressão e arrefecimento permite obter uma densidade comparável à do hidrogénio líquido a temperaturas mais maneáveis industrialmente.

2.2. Armazenamento em materiais

O processo de armazenamento de hidrogénio em materiais sólidos ou líquidos é uma alternativa com potencialidades de melhorar as densidades volumétrica e gravimétrica através da inclusão nos interstícios de uma matriz sólida, da incorporação na própria composição do material ou promovendo a sua adesão às superfícies do material, fazendo assim uma distinção entre hidretos intersticiais, hidretos químicos e materiais adsorventes.

Nos hidretos intersticiais metálicos, a molécula de hidrogénio é dissociada à superfície do material, com difusão atômica para o volume interior, agregação de átomos de hidrogénio em fases cristalinas de hidrogénio na rede de interstícios do metal ou liga metálica, saturando com um átomo de hidrogénio por cada átomo de metal da liga. Estes hidretos atingem grandes densidades volumétricas.

Com ajustes estequiométricos e de composição obtêm-se materiais com boa cinética de carga e descarga a temperaturas próximas da temperatura ambiente e a pressões compatíveis com as obtidas em eletrolisadores ou necessárias em pilhas de combustível (*fuel cells*). A densidade gravimétrica destes materiais, no entanto, torna-os impraticáveis em aplicações móveis. Integramos na classificação de hidretos químicos os materiais em que o hidrogénio está ligado quimicamente a átomos do material,



O processo de armazenamento de hidrogénio em materiais sólidos ou líquidos é uma alternativa com potencialidades

atingindo em alguns casos uma densidade gravimétrica bem acima do objetivo definido pelo DoE dos EUA. Várias soluções têm sido apresentadas e estudadas, mas em geral a temperatura de trabalho é demasiado elevada ou o processo de carga de hidrogénio não é simples exigindo uma troca de depósitos que são carregados em fábrica. São exemplos hidretos complexos como NaAlH_4 , líquidos orgânicos como BN-metil ciclopentano, borohidretos como NH_3BH_3 .

Em materiais porosos adsorventes o hidrogénio molecular é ligado por forças eletrostáticas à superfície do material. A superfície do material sólido em contacto com a fase gasosa é muito grande em materiais porosos, da ordem de milhares de m^2/g de material sólido. A área disponível permite a adsorção de um número de moléculas muito elevado, desde que as condições propícias de atração da molécula pela superfície estejam presentes. Entre os tipos de materiais porosos que têm sido estudados com vista ao armazenamento de hidrogénio destacamos materiais à base de carbono, como grafeno e nanotubos de carbono, MOFs, COFs e Zeólitos. Sendo materiais leves, é viável a obtenção de uma boa densidade gravimétrica de hidrogénio armazenado.

Nalguns destes materiais, em particular em MOFs, têm de facto sido observados resultados de grandes quantidades de hidrogénio adsorvido, acima do objetivo do DoE, com boa cinética, mas sempre a temperaturas muito

baixas, reportando-se em geral medidas à temperatura de ebulição do azoto líquido, -196°C (77 K), facilmente utilizável em laboratório. À temperatura ambiente a adsorção fica muito abaixo do objetivo pretendido, mas novas estratégias têm surgido para aumentar a capacidade de adsorção a temperaturas mais próximas da ambiente, em particular nos MOFs.

2.3 Armazenamento de hidrogénio em MOFs

A sigla MOF refere-se à designação Metal-Organic ▶



Framework, traduzível por rede (ou estrutura) organometálica, que é um subconjunto das redes de coordenação. Um MOF é constituído por iões ou aglomerados metálicos coordenados a ligantes orgânicos numa estrutura cristalina de motivo repetido em uma, duas, ou três dimensões, com a formação de espaços vazios ligados entre si numa estrutura de grande superfície a que moléculas de gases podem aderir. A escolha de iões e de ligandos orgânicos permite o desenho de estruturas porosas em que o tamanho e a forma dos poros e a funcionalidade da estrutura podem ser alteradas sistematicamente.

O primeiro MOF a ser estudado para armazenamento de hidrogénio⁴, conhecido como MOF-5

(Figura 1), apresenta uma área de superfície disponível de cerca de 2900 m²/g e um volume livre de 61%, o que atraiu a atenção da comunidade científica e industrial pela sua potencialidade de elevada adsorção de gases, servindo de protótipo do desenvolvimento de estruturas análogas isoreticulares. O melhoramento contínuo de caminhos de síntese de MOFs tem conduzido a novas estruturas com características desenhadas, como no exemplo recente de estudos computacionais que levaram à

síntese de um MOF designado por NU-1501-Al⁵, que mostrou ter uma capacidade de adsorção de hidrogénio de 14,0 wt% (46,2 g/L) à temperatura de -196°C e de 2,9 wt% a 100 bar e 23°C, muito maior do que as capacidades típicas de MOFs anteriores, de 1 a 2 wt% a 100 bar e temperatura ambiente.

A capacidade de adsorção a temperaturas intermédias, entre -196°C e a ambiente, não é normalmente apresentada nas publicações de resultados laboratoriais uma vez que a realização de ensaios exigiria sistemas de refrigeração mais sofisticados do que o uso de azoto líquido, embora seja previsível uma variação contínua de capacidade de adsorção com a variação de temperatura.

3. Mecanismos de armazenamento de hidrogénio em MOFs

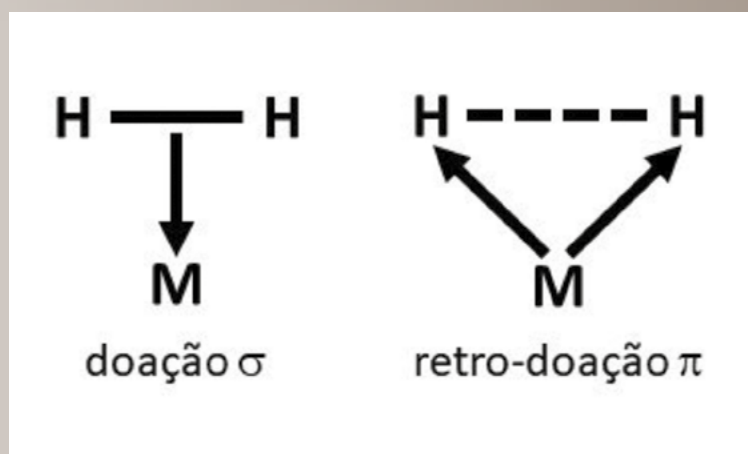
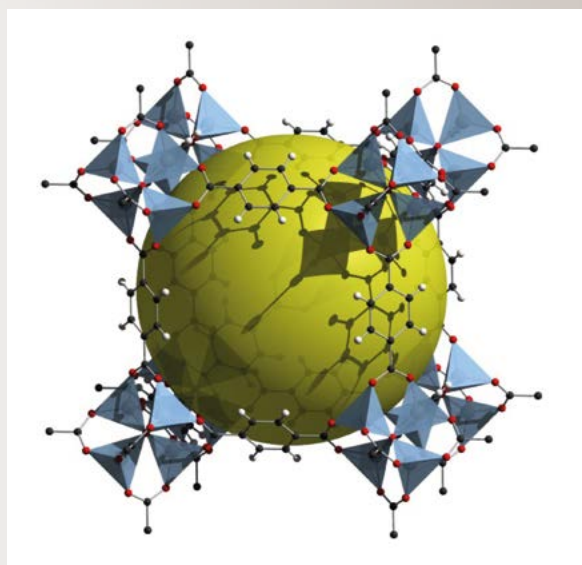
O processo de armazenamento de hidrogénio em materiais porosos como os MOFs segue duas classes distintas de mecanismos conhecidos como clássicos e não-clássicos. Os mecanismos clássicos são baseados no fenómeno de fisorção, em que o hidrogénio molecular é adsorvido nas superfícies internas e externas da estrutura através de forças de ligação

fraca de van der Waals, de uma forma altamente reversível, sem alteração da estrutura eletrónica da molécula de hidrogénio.

No desenvolvimento recente de materiais adsorventes tem-se observado que há a potencialidade de explorar outros mecanismos, não-clássicos, de interação das moléculas de hidrogénio com as estruturas de MOFs, envolvendo uma modulação da energia de ligação aos nodos metálicos ou aos ligandos orgânicos.

Um dos mecanismos é a introdução de hétero-átomos ou o uso de iões metálicos não saturados, por alteração da coordenação na estrutura. Outro mecanismo diz respeito ao chamado nano-confinamento, em que o tamanho dos poros é desenhado de modo a aproximar-se do raio de van der Waals da molécula adsorvida.

Outro mecanismo que mostrou recentemente grande potencialidade⁶ é a exploração de uma interação orbital entre as moléculas de H₂ e iões metálicos da estrutura do material adsorvente, a interação do tipo Kubas, que corresponde a um alongamento da ligação H-H sem a quebrar quando as moléculas de hidrogénio estão num ambiente químico que envolve doação σ pela orbital σ -ligante preenchida de H-H para uma orbital d vazia de um



◀ Figura 1: Estrutura do MOF-5, Zn₄O(BDC)₃, com BDC=1,4-benzenodicarboxilato, mostrando o volume disponível como uma esfera amarela.

▲ Figura 2: Representação esquemática do Efeito Kubas.



O armazenamento de hidrogénio em materiais porosos como os MOFs segue duas classes distintas de mecanismos: clássicos e não-clássicos

átomo de metal, e simultaneamente envolve também uma retro-doação π de uma orbital d metálica preenchida para a orbital anti-ligante σ^* da molécula de H₂ (Figura 2)⁷.

O trabalho a decorrer na Universidade de Coimbra por esta colaboração procura explorar estes mecanismos não-clássicos, em especial o efeito Kubas, no desenho e síntese de MOFs com o objetivo de alcançar uma quantidade de hidrogénio adsorvido à temperatura ambiente compatível com os objetivos definidos para as aplicações de mobilidade.

Agradecimentos

O trabalho realizado no CFisUC foi apoiado por fundos nacionais da Fundação para a Ciência e Tecnologia, I. P., através dos contratos UIDB/04564/2020 e UIDP/04564/2020. O Centro de Química de Coimbra (CQC) é apoiado pela FCT através dos projetos UIDB/00313/2020 e UIDP/00313/2020. ●

1. DoE, U. S., Target explanation document: Onboard hydrogen storage for light-duty fuel cell vehicles. US Drive 2017, 1, pp. 1-29, 2017.
2. Antunes, H., PRF Hydrogen Solutions, Armazenamento de Hidrogénio, H2 Magazine 6 pp. 26-29, 2022.
3. Esteves, R., Economia e Segurança. Os desafios do hidrogénio líquido, H2 Magazine 10 pp. 22-23, 2023.
4. Li, H., Eddaoudi, M., O'Keeffe, M., Yaghi, O. M., Design and synthesis of an exceptionally stable and highly porous metal-organic framework, Nature 402 pp. 276-279, 1999.
5. Chen, Z., Li, P., Anderson, R., Wang, X., Zhang, X., Robison, L., Redfern, L. R., Moribe, S., Islamoglu, T., Gómez-Gualdrón, D. A., Yildirim, T., Stoddart, J. F., Farha, O. K., Balancing volumetric and gravimetric uptake in highly porous materials for clean energy, Science (80-.), 368(6488) pp. 297-303, 2020.
6. Morris, L., Hales, J. J., Trudeau, M. L., Georgiev, P., Erbs, J. P., Eckert, J., Kaltsayannis, N., Antonelli, D. M., A manganese hydride molecular sieve for practical hydrogen storage under ambient conditions, Energy Environ. Sci. 12 pp. 1580-1591, 2019.
7. Kubas, G. J., Metal-dihydrogen and sigma-bond coordination: the consummate extension of the Dewar-Chatt-Duncanson model for metal-olefin pi-bonding, Journal of Organometallic Chemistry 635(1-2) pp. 37-68, 2001.



- Estudante de Doutoramento no Centro de Química de Coimbra (CQC), Departamento de Química, Universidade de Coimbra
- Investigador Auxiliar com Agregação, Centro de Química de Coimbra (CQC), Departamento de Química, Universidade de Coimbra
- Professor Associado com Agregação, Centro de Física de Coimbra (CFisUC), Departamento de Física, Universidade de Coimbra, Autor correspondente



H₂
STORAGE TANK

SOLUÇÃO ECOSTRUXURE PROCESS EXPERT FOR AVEVA SYSTEM PLATFORM

Iberdrola e Schneider Electric impulsionam eficiência energética



A Schneider Electric, companhia que opera na transformação digital da gestão e automação da energia, anunciou a sua colaboração com a Iberdrola para impulsionar o controlo de processos e de energia das suas fábricas de hidrogénio verde, começando pela fábrica de Puertollano (Espanha). Através desta colaboração, as duas empresas alinham-se para atingir objetivos comuns, como a luta contra as alterações climáticas e a independência energética.

A central de Puertollano é a maior central de hidrogénio verde para utilização industrial da Europa, bem como a primeira de uma rede de centrais estratégicas para promover o hidrogénio em Espanha. O seu hidrogénio verde contribui para a descarbonização do setor primário e das atividades industriais de difícil eletrificação. Dispõe de um dos maiores sistemas de produção de hidrogénio verde por eletrólise do mundo (20 MW), utilizando eletricidade 100% renovável.

A eletricidade é obtida a partir de uma central solar fotovoltaica dedicada de 100 MW e um sistema de



Puertollano é a maior central de hidrogénio verde para utilização industrial da Europa

baterias de íões de lítio com uma capacidade de armazenamento de 20 MWh, assegurando uma cadeia de valor de emissões zero no processo de produção.

Numa infraestrutura tão estratégica, é especialmente importante conseguir a maior otimização e eficiência energética. Foi por este motivo que a Iberdrola confiou num conjunto de soluções da Schneider Electric, entre as quais se destaca o EcoStruxure Process Expert for Aveva System Platform, de última geração, que permite gerir numa mesma plataforma o sistema de controlo de processos e o sistema elétrico, cobrindo todo o ciclo de vida.

Este sistema maximiza o controlo

e a coordenação dos sistemas de energia na fábrica, aumentando assim o seu desempenho e eficiência energética e operacional. Incorpora três camadas essenciais para um controlo ótimo e eficiente: *hardware*, *software* de controlo e operação, e inteligência operacional.

O EcoStruxure Process Expert é ciberseguro desde a conceção, estando em conformidade com a norma IEC 62443, e fornece soluções ao nível da redundância Hot Standby e Safety SIL3, ao nível de hardware e software, e ainda nas múltiplas integrações com as aplicações da fábrica.

A camada de inteligência operacional é desenvolvida sobre o Aveva PI System, e é o alicerce sobre o qual estão a ser desenvolvidas soluções avançadas de análise de dados para dar resposta aos diferentes modelos de negócio exigidos por este setor.

O conjunto de soluções da Schneider Electric para a fábrica de Puertollano permitiu o desenvolvimento do padrão da Iberdrola para as futuras fábricas de hidrogénio verde.

“A colaboração com a Iberdrola é um passo muito importante para os nossos objetivos comuns de combater as alterações climáticas e alcançar a independência energética através de fontes sustentáveis”, afirmou Olga García, VP Industrial Automation, Iberia da Schneider Electric, concluindo que “a central de Puertollano é um projeto estratégico para impulsionar a utilização do hidrogénio em Espanha e contribuir para a descarbonização de setores de difícil eletrificação, e estamos muito orgulhosos de poder acompanhar o nosso cliente neste caminho”. ●

HYDROGEN PIONEER

Projeto inovador para aceleração da descarbonização

Em maio passado, durante o evento Green Shipping Pt - Portuguese Flag Workshop, a TecnoVeritas assinou com a MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES o protocolo de colaboração para o desenvolvimento e investigação para a conversão dos seus motores marítimos S6R2-T2MPTK-5 de ignição por compressão para funcionarem em modo Dual Fuel hidrogénio.

Entretanto, realizou-se a *joint-venture* entre a TecnoVeritas e a HyChem, que deu origem à HyVeritas, e finalmente chegou o tempo de começar a por as “mãos na massa”, ou melhor no grupo marítimo tipo S6R2-T2MPTK-5 de 690 kW.

O grupo gerador MGO-DF-H2 encontra-se instalado nas instalações dedicadas para o efeito dentro das instalações da HyChem na Póvoa de Santa Iria, onde se produz hidrogénio verde há cerca de 90 anos.

Dentro daquelas instalações, decorrem diversos projetos de investigação e desenvolvimento da HyVeritas, nomeadamente sobre a LOHC (Liquid Oil Hydrogen Carriers) onde está a ser construída uma instalação piloto para hidrogenar e de-hidrogenar, bem como se encontra em fase de testes um eletrolisador alcalino de fabrico nacional, e onde se encontram diversas tecnologias do hidrogénio, como seja a queima daquele gás numa caldeira industrial modificada.

Com a realização do projeto Hydrogen Pioneer, completa-se a cadeia de valor do hidrogénio em Portugal, com tecnologia portuguesa, desde a produção do hidrogénio, seu armazenamento à temperatura e pressão ambientes, e a sua posterior conversão em energia elétrica num motor *diesel* marítimo.

A cadeia de valor agora montada tem como principal objetivo o fornecimento e utilização do hidrogénio aos navios (entre outros utilizadores) de forma segura, e sustentável.

Presentemente, já existem diversos armadores nacionais e internacionais também interessados na aquisição das primeiras unidades, as quais tendo desde já o apoio da DGRM (Direção Geral dos Recursos Marítimos) receberão as suas certificações numa base *case by case* das principais sociedades classificadoras.

O presente projeto é muito multidisciplinar, envolvendo engenharia química, eletrotécnica, mecânica, automação e controlo e naval.

O espaço assim criado é uma forma de colaboração na investigação e desenvolvimento interempresarial único, dados os espaços e princípios da colaboração, que resultará na formação de conhecimento específico, mas também em Mestrados e Doutorados especializados no saber fazer com hidrogénio. ●



O presente projeto é multidisciplinar, envolvendo engenharia química, eletrotécnica, mecânica, automação e controlo e naval





◀ O Primeiro-ministro António Costa na COP28, com o ministro do Ambiente e Ação Climática, Duarte Cordeiro, e a secretária de Estado da Energia e Clima, Ana Fontoura Gouveia

Portugal em destaque na transição climática

O nosso país participou pela primeira vez com um pavilhão próprio na COP28.

Sob o lema “É suficiente?”, Portugal afirmou a vontade de fazer mais pela neutralidade carbónica e a participação no evento teve um saldo muito positivo, tendo sido organizadas mais de 60 iniciativas. **António Costa, Duarte Cordeiro e Ana Fontoura Gouveia** encabeçaram a comitiva oficial e numa sessão de perguntas e respostas apresentou-se o balanço da iniciativa.

Quais as grandes conclusões da Conferência das Partes da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Alterações Climáticas (COP28)?

Os 197 países signatários da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Alterações Climáticas assumiram, por unanimidade, o compromisso de abandonar progressivamente os combustíveis fósseis nos sistemas de energia, “de forma justa, ordenada e equitativa”. É a primeira vez que uma declaração da Conferência das Partes (Conference of the Parties - COP) inclui uma referência explícita ao abandono dos combustíveis fósseis. Este compromisso é um importante contributo para o

objetivo de limitar o aquecimento global a 1,5°C e para atingir a neutralidade carbónica até 2050.

Na declaração aprovada na COP28, os signatários comprometem-se a acelerar a ação nesta década crítica, em alinhamento com a ciência, reduzindo as emissões de gases com efeitos de estufa em 43% até 2030.

A declaração inclui também os objetivos globais de triplicar a capacidade de produção de energia renovável e de duplicar a taxa média anual de melhoria da eficiência energética, até 2030, em linha com a posição defendida pela União Europeia. É também estabelecido o compromisso de acelerar os esforços para a eliminação progressiva da produção de energia a partir do carvão.

O acordo reconhece que os contributos nacionais para estes objetivos globais serão diferenciados, tendo em conta as circunstâncias, as trajetórias e as abordagens nacionais. No primeiro dia da COP28, os países chegaram a acordo quanto à concretização do Fundo de Perdas e Danos, que apoiará os países em desenvolvimento particularmente vulneráveis aos impactos das alterações climáticas. O acordo sublinha ainda a importância da conservação, proteção e recuperação da natureza e dos ecossistemas para alcançar os objetivos do Acordo de Paris, invertendo a desflorestação e a degradação florestal até 2030. É também reforçada a importância da preservação e restauração dos oceanos e dos ecossistemas costeiros, enquanto importantes sumidouros de carbono.

O que é que o país ganha com este acordo?

Portugal está particularmente exposto às alterações climáticas, pelo que um acordo global assume grande importância. A ciência é clara: os esforços coletivos atuais ficam aquém do necessário para cumprirmos o Acordo de Paris e para limitarmos o aquecimento global. A COP28 veio acelerar a ação global e coordenada, estabelecendo metas concretas já para a década de 2030.

Qual o balanço do Pavilhão de Portugal na COP?

Esta foi a primeira vez que Portugal teve um pavilhão na COP. Ao longo de dez dias, o pavilhão de Portugal recebeu cerca de 60 iniciativas - conferências, apresentações, debates - promovidas pelos diferentes setores da sociedade: administração local e regional, administração pública, ONG, fundações, associações, empresas. O pavilhão contou também com muitas iniciativas conjuntas com a Comunidade de Países de Língua Portuguesa (CPLP). Estes eventos permitiram dar visibilidade às políticas públicas e aos projetos desenvolvidos em Portugal para assegurar a transição climática, e constituíram-se também como momentos de partilha e de discussão de boas práticas. Sob o lema “É suficiente?”, Portugal afirmou a vontade de fazer mais. Fomos o primeiro país a anunciar a meta da neutralidade carbónica, fomos dos primeiros países a abandonar o carvão e somos dos mais rápidos na adoção de energias renováveis. À pergunta “É suficiente?”, a resposta é “Não”. Este lema reafirma a ambição portuguesa: “Temos de continuar - coletivamente - a avançar com ações concretas. Queremos ir mais longe e temos de ir mais rápido”, afirmou o Primeiro-Ministro, António Costa, na cerimónia de inauguração do Pavilhão.

Qual o papel de Portugal nas negociações da COP?

Portugal integra a delegação da União Europeia, que se apresenta a uma só voz na mesa de negociações. A UE defende a necessidade de ação nesta década crítica, eliminando progressivamente os combustíveis fósseis e acelerando a concretização das energias limpas. Todos os países devem agir com a máxima ambição e de acordo com as suas capacidades. A UE é o principal financiador de políticas climáticas nos países em desenvolvimento. A UE defende que a base de doadores deve ser alargada, incluindo todos os países com ▶

Roteiro para a Neutralidade Carbónica dos Açores

O Secretário Regional do Ambiente e Alterações Climáticas do Governo Regional dos Açores, Alonso Teixeira Miguel, apresentou na COP28 o Roteiro para a Neutralidade Carbónica desta região.

“Apesar de o contributo dos Açores para o fenómeno do aquecimento global ser residual, e de sermos mais vítimas deste fenómeno do que contribuintes para a sua ocorrência, isso não elimina a nossa responsabilidade de contribuir para a sua mitigação”, afirmou Alonso Teixeira Miguel, relembrando o rasto de destruição do furacão Lorenzo, em 2019, que provocou danos estimados em cerca de 330 milhões de euros.

O Roteiro para a Neutralidade Carbónica dos Açores, financiado a 100% pela União Europeia através do REACT-EU, apresenta um conjunto de propostas para alcançar a descarbonização em 2050, em setores como o dos transportes, da agricultura e florestas, da energia, dos resíduos e das águas residuais. Estabelece “uma visão estratégica” e explora “trajetórias custo-eficazes, tecnologicamente exequíveis e economicamente viáveis em diversos cenários de crescimento económico e demográfico”, explicou o Secretário Regional.

As medidas para atingir a neutralidade carbónica

O documento divide as medidas a adotar em cinco setores: Transportes, Agricultura e Florestas, Energia, Resíduos e Águas Residuais.

No setor dos Transportes, são aconselhadas medidas como o uso de biocombustíveis, a eletrificação dos transportes terrestres, o uso de hidrogénio para transporte pesado de mercadorias, combustíveis sustentáveis na aviação e a eletrificação da frota de aviões inter-ilhas ou a melhoria da eficiência nos transportes marítimos.

No setor da Agricultura e Florestas, a substituição de fertilizantes sintéticos por fertilizantes orgânicos, a florestação de 10% da área total dos Açores, a suplementação da alimentação das vacas leiteiras, para a redução das emissões de metano, e a redução de 1% do efetivo desta espécie a partir de 2040.

No setor da Energia, medidas como a produção de eletricidade sem combustíveis fósseis e com recurso a energia verde (eólica, geotérmica, solar e recuperada de resíduos); e a promoção de eficiência energética nas habitações e nos serviços.

Na área dos Resíduos, a proposta prevê o aterro zero, a utilização de sistemas de tratamentos biológico e mecânico, sistemas de captura de metano em aterros pré-existentes e de recuperação de energia a partir de resíduos domésticos e industriais, assim como a produção de composto orgânico para incorporar na agricultura.

Por último, no setor das Águas Residuais, o Roteiro aconselha medidas como a implementação de sistemas de nitrificação/desnitrificação nas ETAR's urbanas para diminuir as emissões de metano ou a substituição gradual de fossas sépticas por sistemas aeróbios de tratamento de águas residuais.

O projeto do Roteiro para a Neutralidade Carbónica dos Açores passou por um processo participativo de entidades governamentais e não governamentais. Foi apresentado em novembro de 2022, tendo os trabalhos sido concluídos em outubro de 2023 e apresentados publicamente a 10 de novembro. Antes da sua aprovação, o documento irá ainda a consulta pública, e discutido em Conselho do Governo. ●





Portugal irá investir nesta década mais de 68 milhões de euros na cooperação internacional para o Clima

capacidade para o fazer e assegurando a participação do investimento privado.

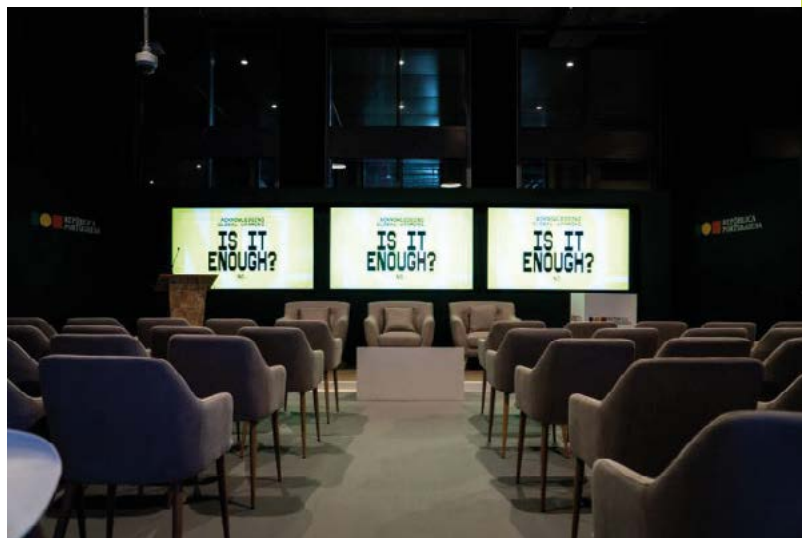
Devem também ser encontradas formas inovadoras de apoiar os países mais vulneráveis, abrangendo não apenas o financiamento mas também a transferência de tecnologia e a capacitação. O mecanismo de reconversão de dívida estabelecido por Portugal é um excelente exemplo de soluções inovadoras.

Portugal esteve representado nas negociações técnicas e políticas e foi, em conjunto com a Alemanha, responsável pelas discussões relativas à mitigação (i.e. redução de emissões). Teve um papel importante na criação de pontes com os países de quem é próximo, designadamente com o Brasil.

Qual a contribuição de Portugal para o financiamento climático?

Portugal tem vindo a assumir uma posição de referência no financiamento a países em desenvolvimento, nomeadamente através da conversão da dívida pública em investimento verde.

No primeiro dia da COP28 foram celebrados acordos de Portugal com Cabo Verde e São Tomé e Príncipe para a reconversão da dívida pública em financiamento



climático. O acordo com Cabo Verde contempla 12 milhões de euros e com São Tomé e Príncipe 3,5 milhões de euros.

Neste instrumento, a dívida é integrada num fundo ambiental que visa a promoção da ação climática nestes países que, como sublinhou o Primeiro-Ministro de Portugal na cerimónia de assinatura, são “aqueles que mais sofrem os impactos das alterações climáticas, menos contribuíram historicamente e que mais dificuldades têm em fazer os investimentos necessários”, pelo que o esforço de investimento é essencial.

Em 2025, o acordo de reconversão de dívida entre Portugal e Cabo Verde será reavaliado, podendo ser estendido aos 140 milhões de euros de dívida.

Na COP28, Portugal anunciou também a contribuição de quatro milhões de euros para o Green Climate Fund nos próximos quatro anos, quadruplicando o financiamento atual.

Anunciou também uma contribuição de cinco milhões de euros para o Fundo de Perdas e Danos, que visa apoiar os países em desenvolvimento mais vulneráveis aos efeitos das alterações climáticas. A constituição deste fundo foi aprovada na sessão de abertura da COP28.

Quanto é que Portugal vai investir na transição climática?

No discurso proferido perante os 197 países presentes na COP28, o Primeiro-Ministro António Costa sublinhou que “a experiência de Portugal testemunha que o combate às alterações climáticas é, antes de tudo, uma oportunidade” e anunciou que o país vai investir cerca de 85 mil milhões de euros na transição climática ao longo das próximas duas décadas - cerca de 35% do PIB. “Estes investimentos são uma oportunidade para criar mais e melhores empregos”, sendo “crucial que a transição energética seja justa e não deixe ninguém para trás”.

Quando será a próxima COP?

A COP29 vai realizar-se no Azerbaijão em 2024. ●



TESTEMUNHO DE ANTÓNIO COSTA

O propósito que nos junta nesta COP28 não podia ser mais premente: são-nos exigidas ações imediatas para evitar uma catástrofe climática.

Portugal está determinado a atingir as metas do Acordo de Paris e quero anunciar que vamos mesmo assumir objetivos mais ambiciosos: Desde logo, a antecipação em cinco anos, para 2045, da nossa meta para atingir a neutralidade carbónica.

Mas para alcançar as metas de longo prazo são necessárias ações de curto e médio prazo. Há um mês, Portugal atingiu um novo recorde: durante seis dias consecutivos, a totalidade da eletricidade consumida teve origem em fontes renováveis.

Este sucesso não diminui a nossa ambição. Queremos acelerar a transição para as energias renováveis. Até 2030, iremos multiplicar mais de duas vezes e meia a capacidade instalada de renováveis; 85% da produção de eletricidade terá origem em renováveis; e seremos líderes no mercado *offshore* flutuante. A experiência de Portugal testemunha que o combate às alterações climáticas é também, é sobretudo, uma oportunidade. E o investimento nas renováveis foi uma garantia de estabilidade quando a invasão da Ucrânia pela Rússia abalou a segurança energética da Europa.

Em Portugal, a transição climática representará sobretudo uma enorme oportunidade. Uma oportunidade desde logo para a investigação e desenvolvimento para a inovação.

Uma oportunidade de investimentos, muitos deles já em curso, de 85 mil milhões de euros nas próximas duas décadas, cerca de 35% do nosso PIB.

Investimentos no solar, no eólico *offshore*, mas também no hidrogénio verde e em outros gases renováveis, em biocombustíveis e em combustíveis sintéticos; na valorização do lítio e no desenvolvimento da sua fileira industrial. E ainda na nova indústria que a energia verde promove desde a mobilidade elétrica até ao aço verde.

Estes investimentos são uma oportunidade para criar mais e melhores empregos.

Uma oportunidade para Portugal ser a plataforma da indústria verde na União Europeia.

Mas é crucial que a transição energética seja justa e não deixe ninguém para trás. Essa é para nós uma questão central e um desafio com o qual também já nos deparámos, com o encerramento das últimas duas centrais a carvão, em 2021. Investir na qualificação e na requalificação e combater a pobreza energética são por isso também uma prioridade.

O investimento em políticas sustentáveis tem um custo financeiro significativo e desproporcional nos países em desenvolvimento.

Por essa razão, Portugal irá investir nesta década mais de 68 milhões de euros na cooperação internacional para o Clima.

Em junho assinamos com Cabo Verde - e ontem com São Tomé e Príncipe - compromissos inovadores para a conversão da dívida em financiamento climático.

Até 2025, vamos converter 15,5 milhões de euros da dívida nos Fundos Climáticos desses dois *Small Island Developing States*.

E em 2025 acreditamos que a avaliação positiva deste primeiro passo nos permitirá generalizar esta conversão em investimento da totalidade da dívida de Cabo Verde e de São Tomé.

Por essa razão:

- Este ano aumentámos as verbas para cooperação internacional;
- Quadruplicámos ontem o nosso compromisso com o Green Climate Fund;
- E posso anunciar que iremos contribuir com 5 milhões de euros para o novo Fundo de Perdas e Danos sobre o Clima.

Não há ação climática, Excelências, sem ação oceânica. O nexa clima-

Oceano é central na nossa estratégia:

- Antecipámos por isso, para 2026, a meta de classificar 30% da área marinha;
- E ainda a semana passada, demos um passo importante ao criar a área marinha protegida do Recife do Algarve;
- E queremos continuar a investir nesta área, designadamente através do desenvolvimento do Observatório Climático do Oceano e promovendo o empreendedorismo e as *start-ups* ligadas ao Economia Azul.

Uma palavra final para a importância da proteção ambiental.

Este ano já alcançamos o objetivo de garantir proteção legal a 30% do território terrestre.

Estamos empenhados numa reforma da floresta que previna estruturalmente o risco de incêndios florestais. Ao longo dos últimos anos, triplicamos o investimento em gestão de fogos, dando clara prioridade à prevenção.

E a semana passada aprovámos a instituição do Mercado Voluntário de Carbono, de modo a mobilizar investimentos privados para acelerar as ações de mitigação.

Inverter a trajetória que levará o nosso planeta à rutura exige uma ação mais rápida, mais concreta e mais ambiciosa, como nos pede o Secretário-Geral das Nações Unidas, António Guterres.

Muitas vezes ouvimos dizer que não há um planeta B. A verdade da história é que o planeta já existia antes da humanidade e provavelmente pode sobreviver à humanidade.

O que sabemos, de certeza, é que a humanidade não sobreviverá a si própria e que não há uma “Humanidade B”.

É mesmo por nós, por aqueles que nos sucederão - os nossos filhos, os nossos netos - que nós temos de agir já e hoje.

E é por isso que Portugal permanecerá um parceiro empenhado nesta transição.

CONFERÊNCIA

Diretrizes sobre hidrogénio consideradas um bom começo



As diretrizes acordadas na **COP28** são encaradas como um bom ponto de partida para uma abordagem globalmente harmonizada para a produção de hidrogénio limpo. Não obstante, a falta de definição de limiares de carbono faz com que alguns afirmem que estamos perante uma *greenwashing*.

Paul Day 

A 28.ª COP, realizada no Dubai, no início de dezembro, foi a mais recente - e altamente esperada - tentativa multinacional de abordar a ciência climática global e as soluções potenciais para resolução dos problemas existentes.

Para o hidrogénio, os delegados redigiram uma Declaração de Intenções conjunta, assinada por quase 40 países, e a Organização Internacional de Normalização (ISO) lançou uma nova metodologia para avaliar as emissões de gases com efeito de estufa da produção.

“Pela primeira vez nos quase 30 anos de história da COP, o hidrogénio foi apresentado como parte da agenda de ação no lado dos resultados não negociados”, afirma a Diretora do Conselho do Hidrogénio, Daria Nochevnik.

Os acordos estabelecidos na COP28 concedem aos países, investidores e consumidores metodologias comuns, com sistemas e métodos de atribuição similares, para avaliar a pegada de carbono da produção

de hidrogénio com base na análise do ciclo de vida, utilizando a mesma metodologia de referência global. “É absolutamente crucial obter esta transparência para nos permitir comparar diferentes vias de produção e, em última análise, permitir que os processos menos intensivos em carbono passem a brilhar”, sublinha Nochevnik, que acrescenta: “agora é possível comparar maçãs com maçãs e é essencial que os países produtores e consumidores estejam na mesma sintonia para evitar a fragmentação do mercado e ajudar a criar uma transparência credível”.

Declarações Conjuntas

A Declaração de Intenções revela que os participantes trabalharão no sentido do reconhecimento mútuo dos respetivos processos de certificação através do desenvolvimento acelerado de soluções técnicas, tendo em conta a adoção ou consistência com normas mundialmente reconhecidas e a monitorização anual do progresso. Embora um país possa dizer “hidrogénio limpo” e outro “hidrogénio de baixo carbono”, a declaração esforça-se por reconhecer que ambos se referem ao hidrogénio produzido com energia renovável, energia nuclear ou captura e armazenamento de carbono e, portanto, não inclui o hidrogénio

produzido com energia fóssil, incluindo gás natural.

“A Declaração de Intenções reconhece que temos uma certa confusão entre diferentes sistemas”, afirma Carolyn Kissane, Diretora do Laboratório de Energia, Justiça Climática e Sustentabilidade SPS da Universidade de Nova Iorque.

“Quando pensamos no comércio global de hidrogénio, teremos de implementar alguma interoperabilidade.” As normas ISO, por sua vez, visam definir uma metodologia para determinar as emissões de gases com efeito de estufa associadas à produção de hidrogénio “desde o poço até à roda”.

“Existem numerosos caminhos para produzir hidrogénio a partir de várias fontes de energia primária”, afirma a ISO na introdução da norma ISO/TS 19870:2023.

O documento descreve os requisitos e métodos de avaliação aplicados a diversas vias de interesse de produção de hidrogénio: eletrólise, reforma a vapor do metano (com captura e armazenamento de carbono), coprodução e gaseificação de carvão (com captura e armazenamento de carbono), reforma autotérmica (com captura e armazenamento de carbono), reforma autotérmica (com captura e armazenamento de carbono),



hidrogénio como coproduto em aplicações industriais e hidrogénio proveniente de resíduos de biomassa como matéria-prima. O documento também considera as emissões de gases de efeito estufa devido ao condicionamento ou conversão do hidrogénio em diferentes formas físicas e transportadores químicos, como liquefação de hidrogénio, produção, transporte e craqueamento de amónia como transportador de hidrogénio, hidrogenação e desidrogenação de transportadores de hidrogénio orgânico líquido (LOHC).

Não incluído

O que a declaração e os documentos ISO não incluem são metas específicas sobre a quantidade de CO2 que pode ser libertada na produção do hidrogénio para que este seja definido como “limpo”. É este último passo que faz com que alguns afirmem que os acordos equivalem a *greenwashing*. Ao não incluir um limiar de emissões para o hidrogénio limpo, dizem os críticos, o processo ISO está a deixar a porta aberta a práticas ineficientes, incluindo aquelas que dependem da produção tradicional de hidrogénio utilizando combustíveis fósseis combinados ▶

▲ Mesa Redonda na COP28 sobre Mudanças Climáticas e Comercialização de Hidrogénio (Fonte: Reuters/no Dubai Amr Alfiky)

A COP28 foi um marco para a PRF Gas Solutions

A presença da PRF Gas Solutions na COP28, no Pavilhão de Portugal, foi uma experiência extraordinária e enriquecedora.

O convite da Secretária de Estado do Ambiente para integrar o dia dedicado às soluções de Energia, Indústria e Transição Energética, foi, para nós, um reconhecimento da nossa contribuição significativa no setor das energias alternativas.

Durante o evento, destacámos as soluções inovadoras da PRF Gas Solutions, com foco no hidrogénio, desde postos de abastecimento até sistemas de injeção nas redes de gás natural e projetos industriais. As nossas ações incluíram apresentações e a participação em fóruns ▶



relacionados com energias renováveis e sustentabilidade.

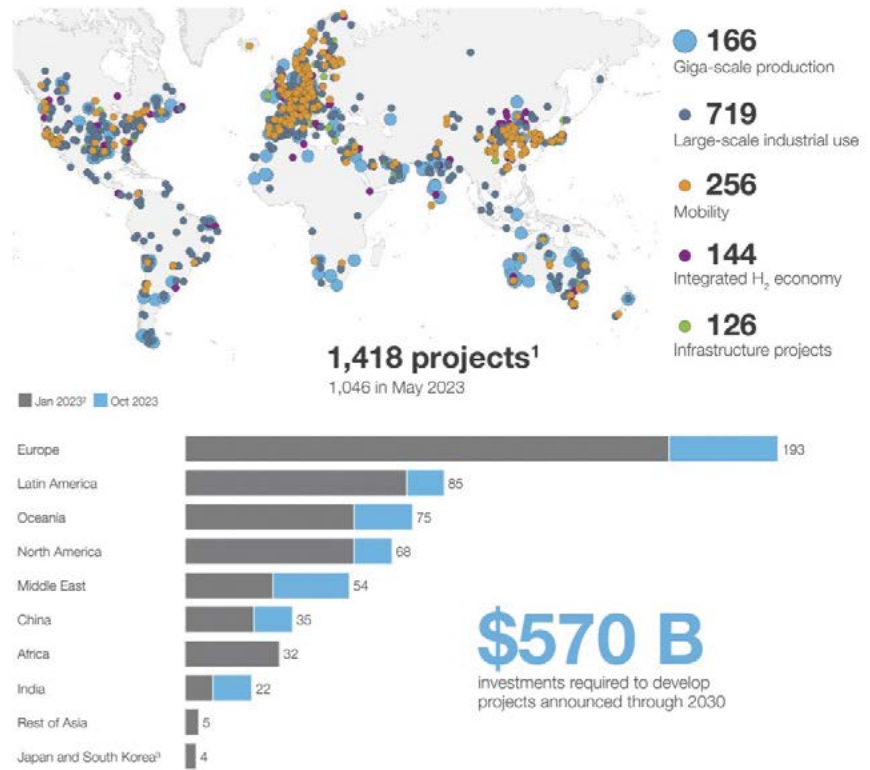
O objetivo primordial foi partilhar conhecimentos, estabelecer parcerias estratégicas e posicionar a PRF como um líder na transição para fontes de energia mais limpas. A COP28 proporcionou-nos uma plataforma global para destacar as nossas inovações, promover a sustentabilidade e contribuir para as discussões sobre a descarbonização.

Quanto às expectativas, almejamos avanços significativos em termos de acordos e compromissos que impulsionem a transição para fontes de energia mais limpas. A aprovação de medidas que promovam a utilização sustentável do hidrogénio será um passo crucial na direção certa.

A nossa perceção até agora reflete uma maior conscientização sobre as questões relacionadas com a produção de petróleo, e acreditamos que a presença num país produtor de petróleo influenciou positivamente as discussões sobre a diversificação das fontes de energia.

Ter o Dubai como país anfitrião certamente influenciou de forma relevante o decorrer da COP28. A região demonstrou um compromisso crescente com a transição para energias mais limpas, catalisando discussões sobre a diversificação económica e a importância de adotar tecnologias sustentáveis.

Em suma, a COP28 foi um marco para a PRF Gas Solutions, proporcionando-nos uma oportunidade única de contribuir ativamente para o diálogo global sobre energia sustentável. A delegação portuguesa desempenhou um papel crucial, e agradecemos à Revista H2 Magazine pelo convite para partilhar essa jornada transformadora. ●



▲ Fonte: Hydrogen Council and McKinsey & Company "Hydrogen Insights 2023"

com captura e armazenamento de carbono (CCS).

Estudos recentes sugerem que a CAC deve ser evitada na produção de hidrogénio limpo, devido à preocupação de que vastos recursos sejam investidos em práticas que têm um historial não comprovado e que podem ser tão poluentes como os combustíveis fósseis dos quais o mundo está a tentar abandonar. "A economia do hidrogénio está a evoluir rapidamente, assim como a ciência que informa a nossa compreensão dos seus impactos, tanto positivos como negativos", afirma Steven Hamburg, Vice-Presidente do Fundo de Defesa Ambiental.

"À medida que a indústria avança na implantação e expansão, é absolutamente crucial que os padrões internacionais acompanhem a ciência mais recente. Caso contrário, os nossos esforços para reduzir a poluição climática poderão facilmente desviar-se."

Todos a bordo

O argumento contra a CAC e o hidrogénio derivado de combustíveis fósseis, quer se prove ser válido ou não, é por vezes enquadrado como uma tentativa de marginalizar as

empresas de petróleo e gás que estão a entrar na indústria do hidrogénio limpo.

No entanto, demonizar as empresas petrolíferas e os estados produtores de combustíveis fósseis ignora o seu papel integral no *mix* energético global, escreveu Kissane, da NYU, num artigo de opinião "As empresas petrolíferas não podem ser excluídas da conversa sobre o clima". A procura mundial de petróleo continuará a aumentar ao longo desta década e na próxima, de acordo com a Agência Internacional de Energia e, embora persistam os apelos a declínios acentuados nos combustíveis fósseis, "há uma dissonância na retórica e na realidade", acrescenta Kissane. "Temos de ter em conta a realidade em que vivemos, a transição será longa e sabemos que será cara. É melhor tê-los a bordo e colocar o seu dinheiro, infraestrutura e conhecimento ao serviço do nosso trabalho. Porquê excluí-los quando farão parte de um portefólio de soluções? É melhor trazê-los a bordo e pressioná-los para os nossos objetivos." ●



Editor na Reuters

Teresa Ponce de Leão⁺

A COP28, que se realizou no Dubai, reuniu centenas de líderes mundiais e especialistas em clima para mais uma renovação do acordo sobre o combate às alterações climáticas. O texto final foi amplamente debatido devido à necessidade de o selar com o compromisso para a transição para o abandono dos combustíveis fósseis. As avaliações nacionais das emissões de carbono constituíram um alerta global para o cumprimento dos principais objetivos de Paris.

O acordo final foi alcançado na quarta-feira, 13 de dezembro, um dia após o fim oficial das negociações. Embora este acordo seja o primeiro texto de uma COP que encoraja ativamente os países a abandonarem o consumo de combustíveis fósseis, omite a linguagem ligada à “redução gradual” ou “eliminação progressiva” dos combustíveis fósseis, defendida por mais de 100 partes presentes tendo o consenso conseguido a frase “transição para o abandono”.

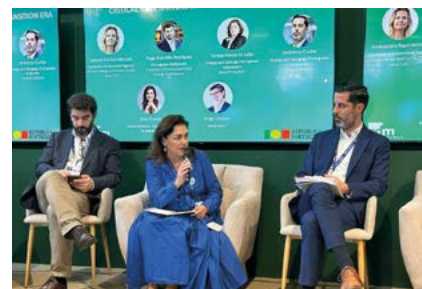
Além disso, o acordo prevê também uma “redução progressiva” da utilização “ininterrupta” do carvão. A expressão “utilização ininterrupta” do carvão é outro ponto de discórdia controverso, uma vez que continua a permitir a queima de carvão sem controlo, desde que o dióxido de carbono gerado seja regularmente retirado da atmosfera e armazenado no subsolo: um método criticado pelos especialistas em clima como insuficiente para reduzir o impacto das emissões.

UMA VISÃO SOBRE A COP28

Neste contexto, há quem defenda que este primeiro acordo sobre combustíveis fósseis é um marco histórico, enquanto outros afirmam que é fraco devido a vários pormenores imperfeitos e à existência de uma série de lacunas de que a indústria dos combustíveis fósseis poderia tirar partido. Além disso, as primeiras avaliações dos progressos realizados no sentido de cumprir os objetivos de Paris permitiu verificar que os países estão atrasados na limitação do aumento da temperatura global a 1,5 graus Celsius acima dos níveis pré-industriais. Esta avaliação dos progressos apontou, por conseguinte, para a necessidade de planos climáticos atualizados e de uma ação multilateral mais abrangente e eficaz para fazer face a esta questão. A COP33, em 2028, é a próxima ocasião em que esta revisão global deverá ter lugar novamente.

Embora os primeiros dias da conferência tenham dado origem a um acordo sobre o fundo de perdas e danos, os países desenvolvidos foram alvo de críticas quanto ao montante dos fundos que estão dispostos a contribuir, uma vez que o montante prometido de 700 milhões de dólares fica significativamente aquém dos 400 mil milhões de dólares de danos anuais associados às alterações climáticas.

Nos primeiros dias da cimeira, mais de 100 países aprovaram o compromisso de triplicar a capacidade de produção de energia renovável e duplicar as medidas de eficiência energética até 2030. Este compromisso global, desenvolvido em colaboração entre a Comissão Europeia e a Presidência da COP28 com o apoio da AIE e da IRENA, era um objetivo fundamental da COP28 que a UE estava ansiosa por garantir. No entanto, os peritos começaram a chamar a atenção para os desafios associados ao objetivo das energias renováveis,



sublinhando sobretudo a pressão financeira sobre os países em desenvolvimento.

À medida que as taxas de juro sobem nas economias avançadas, está a tornar-se cada vez mais dispendioso para os países em desenvolvimento com elevados níveis de dívida para pagar. Assim, os elevados pagamentos da dívida resultam em fundos mínimos disponíveis para injetar em sectores como a mitigação das alterações climáticas.

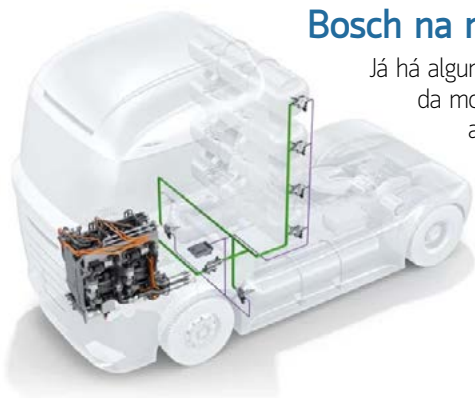
Saliento o facto de ter sido muito discutida a necessidade de ser garantido o *Stocktake* a de garantir *accountability* e o rastreamento dos projetos.

Pela primeira vez, Portugal teve um pavilhão que serviu de mostra ao mundo dos avanços dos nossos projetos. Também nas negociações, Portugal teve um apel relevante.

Por último, o Azerbaijão foi recentemente anunciado como anfitrião da COP29, que terá lugar em novembro de 2024. ●



Bosch na mobilidade a hidrogénio



Já há algum tempo que a **Bosch** divulga que vê "o hidrogénio como um pilar do futuro da mobilidade". A companhia está a apostar em várias frentes nesta tecnologia, desde a produção de *fuel cell* já em curso até ao desenvolvimento e produção de componentes para motores de combustão interna a hidrogénio, que será revelado ainda este ano. A empresa destaca que uma das vantagens desta solução é a de que os motores de combustão a hidrogénio partilham a maioria dos componentes com os motores *diesel* existentes, facilitando a transição. Por outro lado, "quando abastecido por hidrogénio verde (obtido a partir de energias renováveis), o motor é praticamente neutro em carbono", acrescenta a empresa.



DRHYVE: reabastecimento de hidrogénio para desportos motorizados

A **PRF Gas Solutions** apresentou uma inovação revolucionária no reabastecimento de hidrogénio para desportos motorizados. Trata-se do DRHYVE, um posto de abastecimento de hidrogénio portátil de última geração, concebido para satisfazer as exigências de alto desempenho dos desportos motorizados, promovendo simultaneamente um futuro sustentável. As características do DRHYVE incluem distribuição H35 e H70, arrefecimento T40, compressão de 500 bar e 1.000 bar, armazenamento de 500 bar e 1.000 bar, refrigerador de compressores e muito mais. É uma solução *plug-and-play* que não requer obras de construção civil,

tornando a instalação e a colocação em funcionamento muito fáceis. Esta solução móvel com uma pegada de 40 pés é adequada para temperaturas ambiente elevadas. A estação móvel já está a ser utilizada nesta edição do Dakar, num ensaio com vista à preparação do Extreme H, um novo campeonato de todo-o-terreno com carros movidos a hidrogénio, que irá arrancar em 2025 e no qual a tecnologia da empresa de Leira terá grande protagonismo.

Lisboa acolhe eventos H2

A par de várias iniciativas de relevo internacional, como o World Hydrogen MENA Congress 2024, que vai decorrer no Dubai de 26 a 29 de fevereiro de 2024, ou do World Electrolysis Congress 2024, que terá lugar de 4 a 7 março em Dusseldorf, este ano Lisboa vai acolher dois grandes eventos relacionados com o hidrogénio. De 17 a 18 abril de 2024, terá lugar a **GREEN HYDROGEN SUMMIT 2024**, que vai decorrer no Hotel Dom Pedro Lisboa e que conta com a SmartEnergy como Host Sponsor; e de 27 a 29 de maio de 2024 vai decorrer a **LISBON ENERGY SUMMIT & EXHIBITION 2024**, que terá lugar na FIL e é um evento que conta com a nossa revista como Media Partner.

Projeto Hy2Market

O projeto **Hy2Market - Hydrogen to enter Markets reducing carbon Emissions footprint in Europe** reúne regiões em toda a Europa que trabalham em diferentes áreas de inovação para impulsionar a produção, transporte e utilização de hidrogénio verde. O principal objetivo é criar a cadeia de valor de hidrogénio mais madura em toda a Europa. Com uma abordagem inter-regional, o conhecimento sobre a construção de uma cadeia de valor de Hidrogénio robusta e inovadora é realizado através de investimentos orientados na produção de hidrogénio verde - com especial enfoque nos sistemas de gestão -, no transporte do hidrogénio em infraestruturas novas e existentes, bem como na utilização de hidrogénio verde por parceiros industriais e em mobilidade.

Uma variedade de empresas, incluindo PME de todas as regiões, participam em colaboração com entidades regionais que se concentram em melhorar o ecossistema do Hidrogénio na sua região, e em toda a Europa. A base do Hy2Market reside nas regiões de vanguarda como o Norte da Holanda, Alta Áustria e Ródano-Alpes, que se ligaram e juntaram forças com regiões hidrogénio emergentes da Península Ibérica como Astúrias, Aragão, Castela e Leão e Médio Tejo, Sicília em Itália, Macedónia Ocidental na Grécia e Constanta na Roménia, em que cada região participa em pelo menos um ponto focal. Em Portugal, já circulam autocarros movidos a hidrogénio, numa iniciativa que tem o apoio deste projeto.



Projeto solar fotovoltaico da Repsol

Em maio de 2023, a **Repsol** anunciou o início da operação do seu parque fotovoltaico em Sines. Agora, a empresa divulga que começou a produzir eletricidade na região da Andaluzia, através do projeto Sigma, composto por cinco centrais fotovoltaicas com uma capacidade instalada total de 204 MW. Localizado em Jerez de la Frontera (Cádiz), o Sigma contou com um investimento próximo de 150 milhões de euros e é composto pelas centrais fotovoltaicas Arco 1, 2, 3, 4 e 5. A conclusão da fase de arranque das cinco centrais, já ligadas à rede, durante as próximas semanas,

permitirá a produção de 430 GWh de energia renovável por ano, o suficiente para abastecer 43 mil habitações. Esta geração renovável evitará a emissão de um total de 191 mil toneladas de CO₂ por ano. O Sigma é o terceiro projeto solar fotovoltaico que a Repsol põe em funcionamento em Espanha depois de Valdesolar, (264 MW) no município de Valdecaballeros (Badajoz) e Kappa (126,6 MW), em Manzanares (Cidade Real). A Repsol conta com um total de 2.041 MW de energia eólica, solar e hidroétrica instaladas no país. Estas instalações aproximam a Repsol do seu objetivo estratégico de ter 6GW de capacidade instalada até 2025. A empresa já tem projetos em curso nos Estados Unidos, Chile, Portugal e Itália. A Repsol selecionará do seu portefólio total de quase 60 GW, aqueles que desenvolverá na próxima década.



Iberdrola inaugura parque eólico offshore nos EUA

Já em 2024, a **Iberdrola** iniciou a operação do parque eólico *offshore* Vineyard Wind I, o primeiro projeto em grande escala desta tecnologia nos Estados Unidos. Com 806 MW de capacidade, a instalação já começou a fornecer energia verde para o estado de Massachusetts, onde mais de 400.000 residências serão abastecidas com eletricidade eólica. O projeto, que prevê a operação de cinco turbinas na sua capacidade total, contou com um investimento de 3 bilhões de dólares (mais de 2,7 bilhões de euros) e tem contratos com as três principais concessionárias de eletricidade do estado. A meta do projeto é evitar a emissão de mais de 1,6 milhões de toneladas de CO₂ por ano, o equivalente à remoção da circulação de 325.000 veículos das ruas.



Tecnologia da UTIS premiada

A **UTIS** recebeu o Prémio Internacionalização na categoria Serviços na 13.^a edição dos Prémios Exportação & Internacionalização, pela sua capacidade de exportar tecnologia de hidrogénio para eficiência energética e descarbonização global. Vítor Gonçalves, *Chairman* da UTIS, agradeceu a distinção e o reconhecimento, revelando que "a aposta da UTIS na inovação e no desenvolvimento de projetos que potenciem a transição climática coloca a empresa numa posição privilegiada entre as empresas que impactam significativamente o nosso planeta. Por isso, estamos todos de parabéns" afirmou. O responsável realçou que "esta conquista mostra que, ao desenvolver soluções sustentáveis que contribuem para a economia, sustentabilidade, eficiência energética e descarbonização, os nossos clientes podem cumprir os seus objetivos de neutralidade carbónica que se propuseram, estamos -

juntamente com os nossos clientes, colaboradores e parceiros - a contribuir para um futuro melhor para as pessoas e planeta".

Europa reconhece projetos nacionais do Corredor de Energia Verde

Portugal tem dois novos projetos de hidrogénio verde classificados como Projeto de Interesse Comum no plano europeu. Este selo comprova a relevância estratégica destas infraestruturas para os objetivos e metas da União Europeia, possibilitando candidaturas a financiamento europeu, que poderá apoiar até 75% dos custos elegíveis e facilita o financiamento europeu para o transporte de hidrogénio verde que ligará Portugal e Espanha à Europa central. O "**H2Med/CelZa**" foi submetido pela REN-Gasodutos e representa um investimento de 204 milhões. Terá cerca de 242 km de condutas, dos quais 162 km em Portugal, constituindo um dos principais corredores

de hidrogénio verde através do Mediterrâneo.

O segundo projeto com selo europeu é o "**Portuguese Hydrogen Backbone**", também submetido pela REN-Gasodutos, que consiste na construção e adaptação da rede de gás em Portugal e representa um investimento de cerca de 210 milhões de euros. Este projeto cria importantes condições para a produção e integração de hidrogénio verde, tanto na região centro do interior de Portugal como na região da Figueira da Foz, possibilitando a criação de novas cadeias de valor em Portugal e a ligação ao Corredor de Energia Verde europeu. E representa a primeira fase na criação de uma infraestrutura nacional de H₂ mais ampla.



MERCADO DE GÁS

Europa aposta no hidrogénio e na descarbonização



Teresa Marina+

No dia 8 de dezembro, a Comissão Europeia congratulou-se com o acordo provisório sobre a atualização das regras da UE para descarbonizar o mercado do gás e criar um novo mercado do hidrogénio.

As novas regras para o Hidrogénio visam facilitar a adoção de gases renováveis e com baixo teor de carbono, garantindo, simultaneamente, a segurança do aprovisionamento e a acessibilidade dos preços.

De facto, a Comissão Europeia lançou o primeiro leilão do Banco Europeu de Hidrogénio em novembro passado com uma

subvenção de 800 milhões de euros. O acordo reforça o planeamento a longo prazo das infraestruturas necessárias para um setor do gás descarbonizado no continente.

Assim, prevê-se que os planos nacionais de desenvolvimento se baseiem em cenários conjuntos para a eletricidade, o gás e o hidrogénio.

Este planeamento deve ser alinhado com os planos nacionais em matéria de energia e clima, bem como com um plano de 10 anos de desenvolvimento da rede a nível europeu.

Operadores independentes

Os operadores das redes de gás e de hidrogénio devem incluir informações sobre as infraestruturas que podem ser desativadas ou adaptadas, e devem existir planos específicos de desenvolvimento da rede de hidrogénio para garantir uma construção realista do sistema de hidrogénio.

Além disso, a ligação e o acesso à

rede de gás existente serão facilitados, permitindo descontos nas tarifas transfronteiriças e de injeção destes gases.

Hidrogénio verde, 'hype' ou novo paradigma

Acrescenta-se ainda que é também estabelecido um sistema de certificação para os gases de hidrogénio, a fim de garantir condições de concorrência equitativas e coerência na avaliação da pegada total das emissões de gases.

Para o efeito, é criada uma nova entidade europeia para os operadores de redes de hidrogénio.

Esta entidade será independente da Rede Europeia de Transporte de Gás e da Rede Europeia de Transporte de Eletricidade, embora sejam exploradas as sinergias e a cooperação entre os três setores. ●



JOINT-VENTURE TECNOVERITAS & HYCHEM

ACELERAR O DESENVOLVIMENTO E A IMPLEMENTAÇÃO DE SOLUÇÕES DE HIDROGÉNIO

Tecnologia de produção de hidrogénio

Armazenamento e transporte de hidrogénio

Conversão de motores de combustão interna

UM FUTURO A TODO O VAPOR DE ÁGUA

A Iberdrola aposta no **hidrogénio verde**, uma fonte de energia limpa que só emite vapor de água, para reduzir as emissões de CO₂ e cuidar do planeta.



Saiba o que estamos a fazer para sermos líderes mundiais na produção de hidrogénio verde.



IBERDROLA