

# impactos ambientais e uso de recursos hídricos na produção de hidrogénio

A transição energética é um dos pilares fundamentais para combater as alterações climáticas e atingir a neutralidade carbónica.

ZERO – Associação Sistema Terrestre Sustentável



Entre as várias soluções discutidas, o hidrogénio verde - produzido por eletrólise da água e usando eletricidade de fontes renováveis - tem sido apontado como um vetor energético promissor, especialmente para setores onde a eletrificação direta é tecnicamente difícil ou economicamente inviável. No entanto, a sua produção e utilização não estão isentas de desafios ambientais e de sustentabilidade, particularmente no que respeita ao uso de recursos hídricos, à elevada intensidade energética do processo e aos impactos cumulativos no território e nos ecossistemas.

## Eficiência energética e impactos ambientais

O hidrogénio não é uma fonte primária de energia, mas um vetor energético que exige produção artificial. Na eletrólise, há perdas significativas, desde a conversão elétrica em hidrogénio, até à compressão, armazenamento e transporte. Por exemplo, enquanto veículos elétricos a bateria podem atingir eficiências de cerca de 73%, veículos a hidrogénio situam-se nos 22%, devido às transformações energéticas adicionais. Isso implica que, para o mesmo serviço energético, será necessário produzir muito mais eletricidade renovável, aumentando a pressão sobre a ocupação do solo, materiais críticos e infraestruturas.

Do ponto de vista ambiental, é fundamental considerar que essas perdas energéticas

aumentam a procura de renováveis, que existem emissões indiretas associadas à construção e operação de eletrolisadores, redes e sistemas de armazenamento, e que a produção deve ser localizada para evitar transporte ineficiente e minimizar emissões associadas.

## Uso de água na produção de hidrogénio

A produção de hidrogénio verde, obtido através da eletrólise da água, depende de uma matéria-prima fundamental: água de alta pureza. Embora à primeira vista possa parecer um recurso abundantemente disponível, o seu consumo em larga escala para fins energéticos levanta preocupações significativas num país como Portugal, que enfrenta uma tendência de redução da precipitação e aumento da frequência e intensidade de períodos de seca. Estudos científicos apontam que a eletrólise alimentada por energia solar pode consumir entre 22 e 126 litros de água para produzir apenas um quilograma de hidrogénio. À escala industrial, este número traduz-se em volumes massivos. Por exemplo, para atingir a meta de produção anual de 175 mil toneladas de hidrogénio em Sines, seriam necessários pelo menos 3,85 mil milhões de litros de água, correspondendo a cerca de 0,1% da capacidade total da albufeira do Alqueva. Ainda que essa percentagem pareça reduzida, deve-se ter em conta que representa uma nova pressão sobre um recurso já disputado por múltiplos setores — desde o consumo humano, à agricultura, à indústria — num contexto em que as reservas hídricas são cada vez mais instáveis.

A magnitude deste consumo de água não pode ser analisada de forma isolada, pois está diretamente ligada à disponibilidade regional, ao estado das reservas subterrâneas e superficiais e à qualidade da água utilizada. A água destinada à eletrólise deve ter um nível de pureza muito elevado,

implicando processos de tratamento adicionais que, por sua vez, consomem energia e recursos. Em zonas costeiras, uma possível alternativa seria recorrer à dessalinização da água do mar, mas esta solução apresenta limitações técnicas e económicas: o processo é altamente intensivo em energia, produz salmoura concentrada que exige descarte controlado e, em larga escala, poderia ter impactos significativos nos ecossistemas marinhos. Por outro lado, a utilização de águas residuais tratadas provenientes de Estações de Tratamento de Águas Residuais (ETAR) é frequentemente apontada como solução mais sustentável. Contudo, a capacidade atual de reaproveitamento é limitada. Em Portugal, o volume total de águas residuais tratadas em 2018 rondou os 702 milhões de litros por ano, o que representa apenas cerca de 18% das necessidades hídricas estimadas para a produção projetada em Sines, e isso sem considerar as restrições logísticas, como a distância entre as ETAR e as unidades de eletrólise.

Outra possibilidade frequentemente mencionada é o aproveitamento de águas pluviais ou a recuperação do vapor de água libertado durante o consumo local de hidrogénio, fechando parcialmente o ciclo hídrico em situações específicas como a operação de pilhas de combustível para a produção de eletricidade. Embora tecnicamente viável, estas soluções têm capacidade limitada e requerem investimento em sistemas específicos

