

Paradoxos do Hidrogênio Verde

Alexandre Heringer Lisboa¹

Atualmente existe um grande debate sobre a grande potencialidade de produção de hidrogênio via eletrólise por fontes de energia renovável, o chamado hidrogênio “verde”, principalmente sobre seu papel na transição energética. Entretanto, normalmente quando aparecem propostas de soluções para determinado problema, tendemos a uma visão fragmentada, não integrada das questões e priorizamos as que vem à moda, sem a devida visão holística. Por isso, é fundamental analisarmos a questão do hidrogênio verde à luz de todas as implicações e externalidades, positivas e negativas, que uma abordagem mais sólida exige. E que às vezes são paradoxais.

É inegável o fato de que quando dispomos do hidrogênio puro, já pronto para seu aproveitamento, temos vantagens comparativas indiscutíveis. Sua conversão em eletricidade, por células a combustível, gera apenas água e calor como subprodutos. Tem alta densidade energética (120 MJ/kg), o que permite diversas utilizações quando estocada a altas pressões.

Entretanto, não temos reservas de H₂ que ocorra livre na natureza, com exceção de insignificantes reservas em alguns locais como no Mali, África, e afloramentos naturais inviáveis comercialmente. O hidrogênio puro, para fins energéticos em larga escala, tem que ser obtido por rotas tecnológicas que consomem grande quantidade de energia.

O problema maior, portanto, é o custo e a viabilidade de se obter esse hidrogênio. E por ser produzido, nas diversas rotas tecnológicas em forma gasosa, viabilizar o uso de hidrogênio (de qualquer cor) para algumas aplicações comerciais energéticas e em grande escala como na eletro-mobilidade, requer ainda grande aprofundamento.

Em primeiro lugar temos que perguntar, qual “cor” de hidrogênio se pretende substituir pelo hidrogênio verde? E por quê?

¹ Consultor em Soluções Energéticas na Onzesete Soluções em Energia e Inovações.

Sabemos, pela 2ª Lei da Termodinâmica, que cada conversão energética de uma fonte em outra, provoca aumento de entropia, ou seja, perdas. E isso pode significar também redução de competitividade. Nesse sentido, vem um primeiro questionamento: tem sentido usar H₂ verde para produção de eletricidade, já que a energia elétrica gerada por fontes renováveis já é mais barata?

Essa resposta depende de cada caso. Se o uso de H₂ for utilizado como portador (*carrier*) de energia destinado a controlar a intermitência de fontes como a solar e eólica, aí poderemos fazer alguns cálculos.

Num dos casos, poderia considerar a produção contínua por fontes renováveis disponíveis – de preferência hibridizadas – que seriam prontamente injetadas na rede, até o limite do MUSD/MUST – Montante de Uso dos Sistemas de Distribuição/Transmissão – que é um limite contratual entre o acessante e o acessado, no caso a concessionária. Ao atingir esse valor contratual, a energia elétrica não injetada que teoricamente seria perdida (“*curtailment*”) seria assim convertida em H₂ e estocada no local.

Uma vez tendo esse H₂ disponível, aí o mesmo poderia ser reconvertido em eletricidade em uma célula combustível para suprir a rede e injetando essa energia na rede, a fim de otimizar o MUSD/MUST, aumentar a oferta de energia ou então ser comercializada num posto horário mais apropriado e rentável.

É óbvio que essa proposta ainda carece de maturação, principalmente para aferir o retorno financeiro de cada caso. É preciso considerar nessa avaliação financeira, a eficiência dessa conversão de eletricidade para H₂ (via eletrolisador) e de H₂ para eletricidade novamente (via célula de combustível). Essa dupla conversão implica em perdas energéticas muito expressivas.

Para transformar eletricidade em H₂ a eficiência é da ordem de 80% num caso otimista (rota PEM – *Polymer Exchange Membrane*). E para se transformar H₂ em eletricidade novamente, temos uma eficiência em torno de 70% caso se aproveite o calor liberado. Assim, teremos uma perda no processo de cerca de 46%. É essa perda que deve ser comparada com o custo de firmar energia oriunda de fontes de energia renováveis intermitentes.

Outros fatores a considerar são os custos desses equipamentos. Como pontos de vantagem a recuperação de energia não aproveitada do “*curtailment*” e o baixo custo de uma superprodução de energia barata e abundante. No balanço desses custos e benefícios é que se pode aferir sua viabilidade. De qualquer maneira é uma proposta atrativa e promissora que precisa ser aprofundada. Seria fundamental que alguma grande empresa topasse usar os recursos de P&D para realizar um projeto piloto.

Uma das grandes ideias disruptivas hoje em voga é a pregada pelo norte-americano Tony Seba, através de uma plataforma chamada Rethink-X. Numa das propostas, ele usa um modelo teórico criado por ele e que tem se mostrado bem acertado (*Seba Technology Disruption Framework TM*), para demonstrar a queda expressiva do custo de fontes hibridizadas associada ao armazenamento.

No caso específico, com a metodologia acima deduz-se que um sobredimensionamento de fontes solar e eólica, junto com um sistema de armazenamento (no caso dele, baterias de íons de lítio), promoverão uma superprodução de energia elétrica, a preços extremamente baixos. Isso irá promover uma grande revolução, melhor, uma disrupção no uso da energia, como conhecemos. Junto com os veículos elétricos autônomos, essa proposta irá tornar o uso de combustíveis fósseis coisa do passado e emergirá um enorme leque de modelos de negócios. E, assim, seria alcançada de maneira mais rápida e eficaz, a transição energética para um mundo menos carbonizado.

Mas, na vida real as coisas não são tão simples. No caso do hidrogênio verde, verifica-se que o hidrogênio eletrolítico tem grande desvantagem de preço em relação ao hidrogênio produzido por outras rotas tecnológicas (reforma de hidrocarbonetos e gaseificação). Das quase 70 milhões de toneladas de hidrogênio puro produzido anualmente, 76% provêm do gás natural e 23% do carvão (IEA,2019), utilizando a rota tecnológica de reforma de metano. O hidrogênio eletrolítico só representa 0,1% dessa produção.

A produção de amônia para fertilizante e o refino do petróleo respondem por 96% da demanda mundial de hidrogênio puro.

O paradoxo principal a ser equacionado é que, por estarmos numa economia de mercado, quando a produção de energia renovável em abundância e barata realmente se verificar, a produção de combustível fóssil terá também uma grande redução de seu preço.

Nesse caso, haverá reação de petroleiras para manter rentabilidade dos seus ativos. Isso poderá se dar de várias formas, sendo duas delas: redução ainda maior dos combustíveis fósseis para forçar uma competição agressiva contra as renováveis ou o redirecionamento desses combustíveis para a superprodução de hidrogênio, com ou sem captura de carbono (hidrogênio das cores preta, cinza, marrom e azul), para recuperar a rentabilidade.

Será uma briga interessante e necessitará de uma regulação mínima, como uma política de precificação do preço do carbono, a fim de restaurar a competitividade do hidrogênio verde e das demais fontes renováveis.

Outro paradoxo, decorrente do anterior, é que graças à essa redução de custo, haverá uma tendência ao aumento de consumo de hidrogênio, que embora seja considerado com o enganoso termo de “energia limpa”, poderá vir a maior parte de fontes “sujeitas” (combustível fóssil), que implica também em maior emissão de gases de efeito estufa (GEE). Dessa forma, o benefício teórico da utilização de uma fonte “limpa” como o hidrogênio poderá resultar, se nada for pensado, numa piora no volume de emissões.

Vimos esse paradoxo acontecer atualmente com a geração distribuída. Ao ofertar uma energia elétrica bem mais barata aos consumidores – teoricamente um grande benefício – graças às isenções tributárias (ICMS, PIS/COFINS, ex-tarifário) e do pagamento do transporte de energia (tarifa fio), a maioria dos clientes de GD tem superdimensionado a carga consumidora, provocando aumento expressivo de consumo de energia e desprezando totalmente o espírito que deveria nortear a transição energética que seria a eficiência energética e a administração consciente dos escassos recursos naturais do planeta.

Na interpretação mais profunda dos termos, não existe “energia limpa”, já que existe impactos ambientais durante a vida útil dos empreendimentos, quando consideramos as emissões e gasto de energia, a começar de quando é minerado a matéria prima para os módulos e geradores eólicos. E nenhuma ação humana no mundo produtivo é totalmente isenta de impacto ambiental.