

IMPACTO DOS REQUISITOS DE TEMPORALIDADE NA VIABILIDADE ECONÔMICA DE PROJETOS DE HIDROGÊNIO VERDE

Murilo Cardoso de Miranda, Essenz Soluções, (21) 98708-6080, murilo.miranda@essenzsolucoes.com
Francesco Tommaso, Executamos, (21) 99591-0062, francesco.tommaso@executamos.com
Gabriela Nascimento da Silva, COPPE/UFRJ, (21) 99392-6294, gnascimento@ppe.ufrj.br
Fabio Amendola Diuana, COPPE/UFRJ, (21) 99116-7550, fadiuana@gmail.com
Guilherme Dantas, Essenz Soluções, (21) 98528-2698, guilherme.dantas@essenzsolucoes.com

Overview:

Nos últimos anos, várias propostas de regulamentação para o hidrogênio e outros combustíveis renováveis têm sido discutidas mundialmente, no sentido de padronizar esses recursos energéticos e garantir sua origem sustentável (European Commission, 2023; TÜV SÜD, 2022; CertifHy, 2023; BEIS, 2022; US Department of Energy, 2022; China Energy Investment Group, 2021; CCEE, 2022). Diversas etapas da cadeia de suprimento do hidrogênio são contempladas nas regras, incluindo a origem da eletricidade e seu transporte, o fornecimento de água para os eletrolisadores e a distribuição do hidrogênio, em uma tentativa de considerar as emissões de ciclo de vida da cadeia de suprimento.

No Brasil, a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE) tem conduzido as discussões pela criação de regras para a certificação de hidrogênio. A primeira versão da certificação do hidrogênio brasileiro foi lançada em 2022 e é um mecanismo voluntário, com foco em atestar a sustentabilidade da planta de eletricidade utilizada para alimentação dos eletrolisadores (CCEE, 2022). Para os próximos anos, há planos de aprimorar a versão preliminar, que deve seguir o padrão dos atos delegados do Renewable Energy Directive (RED), referentes à regulação europeia para combustíveis renováveis de origem não biológica. Por sua vez, o RED é um mecanismo mandatório, com uma série de critérios referentes à toda a cadeia de suprimento do combustível. Além do limite de emissões de CO₂ desde a produção até a entrega do hidrogênio, o RED também estabelece critérios de adicionalidade¹, correlação temporal e correlação espacial² para a planta de geração de energia que alimenta os eletrolisadores.

A correlação temporal ou simultaneidade se refere à sincronização da produção de hidrogênio com a geração de energia renovável na planta contratada, para garantia da origem da energia de baixo carbono. Esse parâmetro é especialmente importante para casos em que as usinas de geração de energia não possuem ligação direta com os eletrolisadores, e o transporte de energia é realizado utilizando a rede elétrica local. Uma vez que a rede transporta também a energia de diversas fontes, incluindo fósseis, a temporalidade visa compatibilizar, de forma contábil, a energia renovável gerada e a produção de hidrogênio. O RED estabelece que a correlação temporal deverá ser de uma hora a partir de 2030 e até lá, essa correlação é contabilizada de forma mensal (European Commission, 2023).

Dessa forma, o objetivo desse estudo é avaliar como diferentes escalas de temporalidade podem impactar na viabilidade econômica e nas emissões de GEE de projetos de hidrogênio verde, visando embasar a discussão sobre os critérios de certificação.

Esses regramentos ainda são pouco estudados na literatura e não há um consenso sobre os impactos que eles trazem para o dimensionamento da infraestrutura e para os custos totais de projetos de hidrogênio. Por um lado, os estudos de Ruhnau & Schiele (2023) os fizeram concluir que uma correlação horária leva investidores a grandes dimensionamentos de infraestrutura, elevando os custos, sem uma redução significativa nas emissões de GEE e defendem flexibilizar o critério de correlação temporal. Por outro lado, Schlund & Theile (2022) estimaram em suas pesquisas que uma simultaneidade restrita, como a horária, resulta em reduções expressivas de emissões de GEE, por mais que aumentem os custos dos projetos e os tomadores de decisão devem lidar com esse *trade off* de forma estratégica.

Methodology:

¹ A adicionalidade se refere ao requisito de adicionar plantas novas de geração de energia renovável, em vez de deslocar uma antiga para a produção de hidrogênio. As plantas que alimentam o eletrolisador devem ter no máximo 3 anos desde seu comissionamento.

² A correlação espacial é o critério que visa evitar congestionamentos na rede de transmissão devido ao transporte de eletricidade para os eletrolisadores. Esse critério estabelece uma distância máxima entre os eletrolisadores e a planta de geração de eletricidade renovável.

A metodologia envolveu um estudo de caso, com o dimensionamento da infraestrutura necessária para atender a demanda de hidrogênio de uma refinaria, com simulações do custo nivelado do hidrogênio (LCOH) e das emissões de GEE para três escalas de temporalidade: horária, diária e mensal.

Para as simulações, foi utilizado o modelo CHAFI³. Os seguintes dados foram utilizados:

- Planta de geração eólica no Rio Grande do Norte de 684 MW;
- Planta de geração solar FV em São José dos Campos de 800 MW;
- Eletrolisador do tipo alcalino em São José dos Campos de 280 MW;
- Demanda de hidrogênio para atender a Refinaria Henrique Lage (REVAP): 110.290 kg/dia

Outros requisitos do RED, como adicionalidade e correlação espacial não foram considerados, uma vez que o objetivo desse estudo é avaliar somente o aspecto de simultaneidade.

Foram realizadas também análises de sensibilidade, variando os preços de energia da rede para entender como esse parâmetro impacta no LCOH, para os três cenários analisados.

Expected results:

O estudo está em andamento, mas os resultados preliminares resultaram nos seguintes LCOH:

Tabela 1: Resultados preliminares para o LCOH

Temporalidade	Limite de emissões de CO ₂ da cadeia
	Sim
Horária	8,09
Diária	7,87
Mensal	7,79

Os resultados preliminares mostraram que o aumento nas restrições de escala temporal resultou em apenas 4 e 1% de aumento no LCOH, respectivamente, para as escalas horária e diária, em relação à mensal, menos restrita. Ainda estão em andamento as estimativas de custos dos cenários sem restrições de emissões de GEE e as emissões resultantes de todos os cenários, assim como as análises de sensibilidade para os preços da energia da rede.

Conclusions:

Ainda será preciso finalizar as análises para chegar a conclusões precisas. No entanto, independentemente de quais elas sejam, esse estudo irá trazer embasamento técnico para discussões relacionadas aos regramentos para combustíveis sustentáveis, contribuindo para a formulação de políticas públicas para o desenvolvimento de um mercado de hidrogênio verde no Brasil.

References

TÜV SÜD (2022), “Green hydrogen certification services”, www.tuvsud.com/en-us/themes/hydrogen/green-hydrogen-certification –

CertifHy, 2023. “Steps of certification”, www.certifhy.eu/steps-of-certification (accessed 14 September 2022).

BEIS (2022), UK Low Carbon Hydrogen Standard: guidance on the greenhouse gas emissions and sustainability criteria, Department for Business, Energy & Industrial Strategy, Government of the United Kingdom, London, assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/1092809/low-carbonhydrogen-standard-guidance-v2.1.pdf.

CCEE, 2022.

<https://www.ccee.org.br/documents/80415/919444/Manual%20para%20a%20Certifica%C3%A7%C3%A3o%20de%20Hidrog%C3%AAnio%20REV1.0-1.pdf/89258f1f-8159-4732-770e-59392b2bfad7>

³ O CHAFI (Certificação de Hidrogênio e Avaliação Financeira de Infraestrutura) desenvolvido pela Essenz Soluções, no âmbito do Projeto de P&D Aneel da AES Brasil, otimiza a infraestrutura necessária para projetos de hidrogênio verde, adequados às diferentes certificações vigentes mundialmente. O CHAFI opera sob incerteza, considerando o comportamento estocástico das fontes renováveis de energia.