

ESTUDO DO POTENCIAL DA ECONOMIA DO HIDROGÊNIO VERDE NA BAHIA: UMA ABORDAGEM MULTIESCALA

Augusto S. C. De Menezes¹; Leonardo O. S. Santana²; Gustavo Santos²; Fernando Pessoa²

¹Graduando em Engenharia Química; Bolsista; Iniciação científica – CNPQ; Email: augusto.menezes@fbter.otg.br

²Centro Universitário SENAI CIMATEC; Salvador - BA; Email do orientador: fernando.pessoa@fieb.org.br

RESUMO

Diante da necessidade da descarbonização das fontes de energia no mundo, este trabalho objetiva apresentar uma compreensão sobre a economia do hidrogênio verde, bem como os desafios, oportunidades e benefícios do desenvolvimento da mesma no estado da Bahia. Cabe a este estudo demonstrar também o potencial desta economia no estado e apresentar um framework baseado na metodologia multiescala. Nesse sentido, este framework juntamente com a metodologia multiescala ajudará para que seja obtido uma maior compreensão do mercado energético e de combustível na Bahia. Neste contexto, o estudo de tecnologias, e das potenciais oportunidades que o hidrogênio verde pode ter no estado Baiano será apresentado de forma detalhada, ao apresentar um framework que trará de forma mapeada o potencial do hidrogênio verde em cada região do estado, e também apresentando os principais pontos de produção e aplicações do hidrogênio verde na Bahia. E para isso, a metodologia multiescala se apresenta fundamental.

PALAVRAS-CHAVE: Hidrogênio Verde; Economia baiana; Energia; Multiescala

1. INTRODUÇÃO

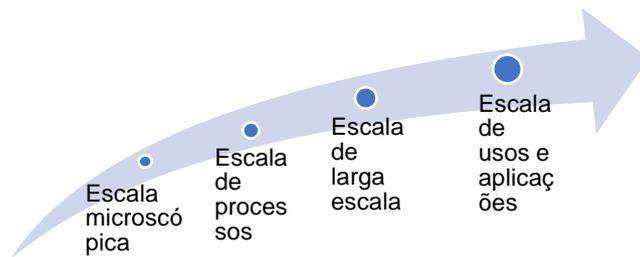
Na sociedade atual, se fazem nítidos os impactos decorrentes da utilização incessante de fontes de energia e combustível advindas de matrizes fósseis, tais como as consequências geradas pelos fenômenos das mudanças climáticas. Nesse sentido, a transição da energia poluente e emissora de gás carbônico para fontes de energia limpa e sustentável, tais como o hidrogênio verde, que é apontado como a maior aposta para uma produção industrial mais sustentável, se faz cada vez mais necessária para a garantia de um desenvolvimento sustentável. A Bahia, no entanto, tem diversos caminhos para tornar o perfil da matriz energética nacional mais sustentável, reduzindo seus impactos ambientais. Um exemplo é a energia solar: o estado se destaca na área, tendo ótimo potencial para geração fotovoltaica, podendo contribuir no suprimento das demandas atuais e futuras por energia elétrica no país¹. A Bahia, por sua vez, dispõe de um grande potencial em termos de recursos naturais abundantes e infraestrutura existente para se tornar um líder na produção e uso de H₂V e seus derivados². Porém, um dos maiores desafios do hidrogênio verde é torna-lo acessível e viável economicamente frente às rotas tradicionais de produção. Nesse contexto, para além de incentivos fiscais e outras estratégias, o desenvolvimento de tecnologias a partir de pesquisa básica e aplicada, com foco em tecnologias de eletrólise da água, se faz essencial, tendo em vista que uma fonte de energia renovável, limpa e eficiente é fundamental para que se alcance o desenvolvimento sustentável. Ademais, este trabalho utiliza da abordagem multiescala para trabalhar no desenvolvimento da economia do hidrogênio verde na Bahia, para que a mesma seja estudada em diferentes escalas, desde a microscópica até a macroscópica, para que se obtenha uma melhor compreensão deste sistema, e para que haja uma boa estruturação de um framework que represente esta economia no estado baiano, e uma otimização de sua performance. E este trabalho tem por objetivo desenvolver um estudo e um framework sobre a viabilidade do potencial da economia do hidrogênio verde na Bahia.

2. METODOLOGIA

A metodologia consiste em uma revisão narrativa da literatura, com enfoque em artigos produzidos entre os anos de 2020 e 2024, além da abordagem teórica multiescala para investigar e analisar diferentes meios de produção, armazenamento e transporte do hidrogênio verde, e suas possíveis aplicações em cada região da Bahia. E com a abordagem multiescala, será possível estudar as diferentes escalas do ciclo produtivo do hidrogênio verde, desde a escala microscópica nas tecnologias de eletrólise da água, até escala macroscópica, como seu transporte, armazenamento, e suas aplicações em larga escala.

As principais escalas estudadas são apresentadas na figura 1:

Figura 1 – Escalas de desenvolvimento da economia do hidrogênio verde na Bahia.



Escala microscópica – Enfoque na revisão bibliográfica, envolvendo resultados de simulações já realizadas com principais tecnologias de produção de hidrogênio verde a partir da eletrólise da água, como Alcaline e PEM.

Escala de processo – Investigação das fontes de água para eletrólise na Bahia, das principais tecnologias de eletrólise da água, e na otimização destes processos.

Escala de larga escala – investigação das principais formas de armazenamento e transporte do hidrogênio, e análise de quais os mais adequados para aplicação no estado da Bahia.

Escala de usos e aplicações – Estudo das principais aplicações que o hidrogênio verde pode ter, como matriz energética, em cada região da Bahia.

Por consequência do estudo e da integração de cada uma destas escalas, é possível realizar uma análise técnico – econômica preliminar, desenvolver um framework abrangente, e obter uma maior compreensão de todas as possíveis etapas para o desenvolvimento da economia do hidrogênio verde na Bahia.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Frente às crises climáticas vivenciadas nos últimos anos, a descarbonização das fontes de energia se faz urgente. Para isto, se faz necessário o estudo de novas fontes de energia limpa, e também de como integrá-las às linhas de produção e à sociedade atual. E é neste contexto que surge o hidrogênio verde, uma fonte de energia absolutamente renovável e sustentável, e não danosa ao meio ambiente. Logo, a Bahia surge como um local propício para a integração desta nova energia limpa, uma vez que, para além de uma grande riqueza em recursos naturais e de sua matriz energética predominantemente limpa, também reúne grupos de pesquisadores com inserção internacional, elevada competência e boa infraestrutura laboratorial¹. Logo, para uma maior compreensão deste trabalho, se faz necessário o estudo das tecnologias do hidrogênio verde, do mercado energético Baiano, da importância da abordagem multiescala.

3.1 HIDROGÊNIO VERDE E SUA OBTENÇÃO

Em uma primeira análise, deve-se ressaltar que o hidrogênio verde é denominado desta forma pois se refere ao hidrogênio obtido através da eletrólise da água, e com a eletricidade advinda de fontes renováveis³. Processo este que, apesar de ainda custoso, e inviável economicamente frente às fontes de energia tradicionais, se mostra como um dos caminhos mais viáveis para o combate às mudanças climáticas, e para o alcance de um desenvolvimento sustentável para o futuro.

3.2 POTENCIAL ENERGÉTICO BAIANO

Nesse contexto, o Brasil, em particular o Nordeste, apresenta vantagens competitivas para produção do hidrogênio verde, em razão do elevado potencial eólico e solar e pela competitividade da energia gerada por essas fontes, comparativamente a outros países³. E a Bahia, por sua vez, possui uma matriz elétrica predominantemente renovável². Logo, o estado baiano se mostra como um local adequado para o início de um desenvolvimento sustentável baseado na economia do hidrogênio verde, tendo em vista o seu panorama

de mercado energético extremamente favorável e sua riqueza em recursos naturais que propiciam a aplicação desta economia.

3.3 ABORDAGEM MULTIESCALA

Para que este projeto seja bem sucedido, e um framework explicativo seja desenvolvido de forma detalhada, a abordagem multiescala se mostra fundamental, tendo em vista que esta abordagem é considerada como o foco no estudo de sistemas complexos. Sistemas complexos são caracterizados por uma natureza hierárquica de múltiplas escalas não apenas no espaço, mas também no tempo, mostrando estruturas dissipativas induzidas por interações inerentemente não lineares e em desequilíbrio e estabilizadas pela troca de energia, matéria e informação com seu entorno⁴. Sendo importante também considerar estas quatro questões principais para a metodologia multiescala: A correlação entre fenômenos de diferentes escalas, o compromisso entre diferentes mecanismos dominantes, a junção de mudanças espaciais e temporais\ estruturais, e fenômenos críticos que ocorrem em sistemas complexos⁴. Logo, a abordagem multiescala se apresenta como um método bastante completo para este estudo, tendo em vista que é estudado desde a escala microscópica até a escala macroscópica.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo buscou apresentar uma visão abrangente sobre a economia do hidrogênio verde na Bahia, destacando seus desafios, oportunidades e potenciais benefícios. Ao longo da pesquisa, foi evidenciado que a transição para fontes de energia limpa e sustentável é crucial para mitigar os impactos das mudanças climáticas e promover um desenvolvimento econômico mais equilibrado e resiliente.

A abordagem multiescala se mostra fundamental para compreender a complexidade desse sistema, pois o uso desta metodologia permitirá uma análise detalhada em diferentes níveis, desde a escala microscópica das tecnologias de produção de hidrogênio até a escala macroscópica das aplicações e infraestrutura necessárias para sua implementação.

Observou-se que a Bahia possui um ambiente favorável para o desenvolvimento da economia do hidrogênio verde, dada sua matriz energética predominantemente renovável e sua abundância de recursos naturais, como energia solar e eólica. No entanto, são necessários investimentos em pesquisa e desenvolvimento de tecnologias, bem como políticas públicas e estratégias de incentivo para tornar o hidrogênio verde uma alternativa viável e competitiva em relação às fontes de energia tradicionais.

Dessa forma, é concluído que a economia do hidrogênio verde apresenta um potencial significativo para impulsionar a transição para um modelo energético mais sustentável na Bahia, contribuindo para a redução das emissões de gases de efeito estufa e para a construção de uma economia mais resiliente e inclusiva.

5. REFERÊNCIAS

¹PORSANI, Milton José (coord.). **Energia para a Bahia em 2030**. Salvador: Academia de Ciências da Bahia; Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento da Bahia. 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/handle/ri/35705>

²Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial - SENAI CIMATEC. **Atlas H2V Bahia**. 2023. Salvador: SENAI CIMATEC. Secretaria de Estado do Meio Ambiente.

³Bezerra, F. D. Hidrogênio verde: **Nasce um gigante no setor de energia**. 2021. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil. (Caderno Setorial ETENE). Recuperado de <https://bnb.gov.br/s482-dspace/handle/123456789/1109>

⁴Li, J., Zhang, J., Ge, W., & Liu, X, **Multi-scale methodology for complex systems**. 2004. Pequim: Multi-phase reaction laboratory, Institute of Process Engineering (IPE), Chinese Academy of Sciences. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ces.2004.01.025>