

**FÓRUM: HIDROGÊNIO VERDE E A SUSTENTABILIDADE DO PLANETA –
FASE II**Sarah Rodrigues Feitosa ¹Rodolfo José Sabiá ²**Área Temática:** Meio Ambiente.**RESUMO**

O Ceará, na região semiárida, adota uma gestão inovadora de recursos hídricos devido à escassez crescente provocada por fatores como urbanização e mudanças climáticas. A água virtual, é fundamental para essa gestão, especialmente na produção de hidrogênio verde, uma alternativa energética sustentável. A pesquisa em andamento na Universidade Regional do Cariri (URCA) buscou integrar academia, setor produtivo e sociedade para desenvolver políticas públicas que promovam uma convivência sustentável com a seca. Foram beneficiados diretamente 200 (duzentos) pesquisadores e 747 (setessentos e quarenta e sete) alunos do campus CRAJUBAR e indiretamente mais de 10.000 (dez mil) internautas participaram do processo durante todo o ano. A execução contou com bolsistas capacitados para alimentar a plataforma, que inclui fórum, cursos online e videoteca colaborativa, promovendo debates contínuos sobre experiências globais com hidrogênio verde. Um workshop em novembro de 2024 reuniu pesquisadores e a comunidade para discutir a viabilidade de processos produtivos sustentáveis. Apesar do potencial do Cariri, pouco foi desenvolvido em instituições locais, destacando a URCA como líder na pesquisa sobre hidrogênio verde. Iniciativas como o HUB do hidrogênio verde no Porto do Pecém e ações de capacitação são essenciais para estimular o desenvolvimento na região, que possui viabilidades para a produção de hidrogênio verde.

Palavras-chave: Hidrogênio Verde; Sustentabilidade; Recurso Hídrico; Eletrólise; Capacitação.

**FORUM: GREEN HYDROGEN AND THE SUSTAINABILITY OF THE PLANET
– PHASE II****ABSTRACT**

Ceará, in the semi-arid region, has adopted innovative water resource management due to the growing scarcity caused by factors such as urbanization and climate change. Virtual water is essential for this management, especially in the production of green hydrogen, a sustainable energy alternative. The research underway at the Regional University of Cariri (URCA) sought to integrate academia, the productive sector, and society to develop public

¹ Rodolfo José Sabiá, Universidade Regional do Cariri (URCA), Engenharia de Produção, Curso Engenharia de Produção Mecânica, Brasil, E-mail: rodolfo.sabia@urca.br ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7228-3992>

² Sarah Rodrigues Feitosa, Universidade Regional do Cariri (URCA), Engenharia de Produção Mecânica, Brasil, E-mail: sarah.feitosa@urca.br ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-5801-4555>



policies that promote sustainable coexistence with drought. 200 (two hundred) researchers and 747 (seven hundred and forty-seven) students from the CRAJUBAR campus benefited directly, and more than 10,000 (ten thousand) internet users participated indirectly in the process throughout the year. The implementation included scholarship holders trained to feed the platform, which includes a forum, online courses, and a collaborative video library, promoting ongoing debates on global experiences with green hydrogen. A workshop in November 2024 brought together researchers and the community to discuss the feasibility of sustainable production processes. Despite the potential of Cariri, little has been developed in local institutions, with URCA standing out as a leader in green hydrogen research. Initiatives such as the Green Hydrogen HUB in the Port of Pecém and training actions are essential to stimulate development in the region, which has viability for the production of green hydrogen.

Keywords: Green Hydrogen; Sustainability; Water Resource; Electrolysis; Training.

1 INTRODUÇÃO

O Estado do Ceará, localizado na região do semiárido brasileiro, destaca-se atualmente pela sua abordagem inovadora na gestão de recursos hídricos, resultado de décadas de políticas voltadas para a convivência com a seca. A escassez hídrica na região tem se intensificado devido ao crescimento populacional, urbanização acelerada e mudanças climáticas, o que gera uma competição acirrada pelo uso da água entre setores como agricultura, indústria e abastecimento urbano. Diante desse cenário, é fundamental avaliar e aprimorar a gestão dos recursos hídricos, priorizando um desenvolvimento sustentável que equilibre as necessidades humanas e produtivas.

A água virtual, conceito que se refere à quantidade de água incorporada na produção de bens e serviços, emerge como uma ferramenta crucial para essa gestão, permitindo mensurar a pegada hídrica associada a produtos importados e exportados, especialmente no contexto da produção de hidrogênio verde. Este último tem ganhado destaque como uma fonte alternativa de energia, crucial na transição para uma matriz energética mais limpa e sustentável. Em resposta às crescentes preocupações ambientais e à busca por reduzir as emissões de gases de efeito estufa.

A produção de hidrogênio, especialmente por meio de eletrólise da água com fontes renováveis, se mostra promissora, não apenas pela sua capacidade de gerar energia limpa, mas também por seu potencial de mitigar os impactos das mudanças climáticas. Entretanto, a implementação eficaz dessa tecnologia exige um entendimento aprofundado dos processos produtivos e da gestão hídrica envolvida, promovendo a integração de saberes entre academia, setor produtivo e sociedade.



Assim, esta pesquisa se propôs a explorar as interconexões entre a gestão dos recursos hídricos, a produção de hidrogênio verde e os impactos socioeconômicos, buscando contribuir para o desenvolvimento de políticas públicas que favoreçam uma convivência sustentável com déficit hídrico e a preservação ambiental no Ceará.

Nesse contexto, objetivou-se com esse projeto o intercâmbio de informações das experiências e estudos para o desenvolvimento do Hidrogênio Verde, entre o corpo acadêmico da Universidade Regional do Cariri, população da região metropolitana do Cariri, lideranças do poder público e privado, e internautas em todo o planeta.

Entre os objetivos específicos, destacam-se: investigar e compartilhar boas práticas e experiências bem-sucedidas de implementação de soluções relacionadas à produção de hidrogênio verde em cidades de diferentes continentes; promover a disseminação de conhecimento sobre as mais recentes tecnologias e melhores práticas utilizadas em várias cidades ao redor do mundo para produção, armazenamento e transporte de hidrogênio verde; avaliar e analisar os impactos sociais, econômicos e ambientais das soluções adotadas em diferentes cidades, visando identificar lições aprendidas e orientar decisões futuras; fomentar a conscientização ambiental e promover a adoção de hábitos de consumo ecologicamente corretos por meio de atividades educativas e informativas; mobilizar a academia, a comunidade e as lideranças da Região Metropolitana do Cariri para participar ativamente da identificação e priorização das ações necessárias para impulsionar a produção de hidrogênio verde na região; estabelecer um fórum de discussão contínua que reúna representantes de diversas cidades do mundo para compartilhar experiências, debater tecnologias e promover padrões relacionados ao hidrogênio verde.

2 REVISÃO DA LITERATURA OU REFERENCIAL TEÓRICO

Atualmente, o foco global está no aquecimento global e na busca por fontes de energia mais limpas (Silva; Carmo, 2017). Dentre as alternativas estudadas, o hidrogênio tem ganhado destaque, sendo considerado por muitos como o combustível do futuro, principalmente pelo fato de liberar apenas água em sua combustão (Silva *et al.*, 2016).

As pesquisas com hidrogênio têm se concentrado na geração de eletricidade, calor e água pura por meio de células a combustível, dispositivo que converte energia química em eletricidade sem causar danos ao meio ambiente (Silva *et al.*, 2016). A pureza do gás



hidrogênio pode ser de até 99,999% em volume, dependendo de como o gás é seco e quaisquer outras impurezas são eliminadas (Ursúa *et al.*, 2012).

O hidrogênio não é uma fonte de energia primária, ele ocupa o lugar de um veículo energético, um transportador de energia que não existe na atmosfera de forma livre e precisa ser produzido, transportado e armazenado antes de poder ser utilizado. Soluções de tecnologia de manuseio eficientes, econômicas e seguras (Braga, 2014).

3 METODOLOGIA

A metodologia foi desenvolvida com foco na criação e implementação de uma plataforma digital e redes sociais, coordenada pelo Prof. Doutor Rodolfo José Sabiá na Universidade Regional do Cariri. A execução contou com o apoio de bolsistas selecionados e treinados para alimentar a plataforma, que reúne um fórum de debates, cursos online e uma videoteca, na qual os usuários podem se cadastrar para contribuir com vídeos e sugestões, promovendo uma discussão contínua sobre experiências globais relacionadas ao hidrogênio verde. Além disso, o projeto buscou identificar nas instituições públicas e empresas privadas, iniciativas voltadas para a pesquisa, inovação e desenvolvimento de tecnologias e capacitações que possam impulsionar a região do Cariri rumo ao combustível do futuro, o hidrogênio verde. Foi desenvolvido um Workshop no dia 18 de novembro de 2024, o WORKSHOP: Estratégias da URCA para o Desenvolvimento do Hidrogênio Verde no Ceará, com a participação dos pesquisadores que compõem o grupo de pesquisa de hidrogênio verde da URCA. Este evento apresentou as experiências discutidas, culminando com um momento que reuniu 200 atores sociais no auditório do CCT (Centro de Ciências e Tecnologias do campus CRAJUBAR), unindo a academia e a população, durante todo o ano, foram beneficiados 200 (duzentos) pesquisadores, 747 (setessentos e quarenta e sete) alunos do campus CRAJUBAR e indiretamente mais de 10.000 (dez mil) internautas participaram do processo, destacando a viabilidade de processos produtivos sustentáveis e seu impacto econômico e social.

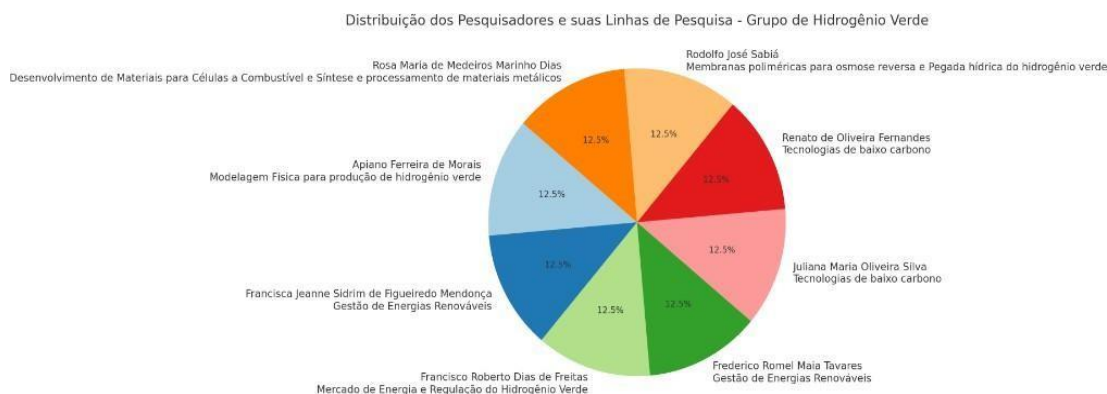
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Estado do Ceará e no Brasil a cadeia do hidrogênio verde está concentrada majoritariamente nas regiões litorâneas. Considerando que o Cariri cearense está



localizado no interior, ao sul do estado, este projeto voltou-se primordialmente, à avaliação das ações desenvolvidas pelas instituições públicas e empresas privadas do Cariri. Vale a pena citar que a Universidade Regional do Cariri – URCA, desponta como líder da pesquisa, criando o Grupo de Pesquisa Hidrogênio Verde. Ver gráfico 1.

Gráfico 1 – Pesquisadores e Linhas de Pesquisa do Grupo de Pesquisa Hidrogênio Verde.



Fonte: Arquivo Pessoal, 2024.

O gráfico 1 demonstra a grande variabilidade de linhas de pesquisa contempladas no grupo, como também, o grande potencial de qualidade de profissionais envolvidos na pesquisa de diversas áreas do conhecimento. Uma iniciativa complementar desenvolvida na região, é o processo de qualificação do Estado do Ceará, que está sendo realizado pelo programa HTEC, cuja representação institucional no Cariri é exercida pela FATEC Cariri, que faz parte do CENTEC Ceará e promove cursos tecnológicos e de especialização. Vale salientar ainda que, conforme os pesquisadores já mencionados, a URCA continuará apresentando cursos de especialização para o desenvolvimento do hidrogênio verde no Cariri.

A pesquisa intitulada “Estudo do Fluxo de Água Virtual e Pegada Hídrica para a Geração de Hidrogênio Verde no Estado do Ceará” foi contemplada pela URCA como o projeto de bolsa de produtividade BPI FUNCAP, revelando a importância que tem o estudo da quantidade e qualidade de água embutida na cadeia do hidrogênio, pois, para a produção de hidrogênio verde, o processo mais eficiente é a eletrólise, e a matriz da eletrólise é a água, que é um recurso finito e escasso em nosso estado, como também em todo o planeta, por isso, essa linha é tão importante para o desenvolvimento tecnológico da cadeia do hidrogênio.



O workshop intitulado “Estratégias da URCA para o Desenvolvimento do Hidrogênio Verde no Ceará”, realizado dia 18 de novembro de 2024 realizado no auditório do CCT – campus CRAJUBAR contemplou a mesa redonda “Perspectiva de Ações e projetos desenvolvidos pelo Grupo de Pesquisa Hidrogênio Verde” onde cada pesquisador indicado no Gráfico 1, apresentou os projetos que estavam desenvolvendo e os resultados preliminares em busca de fortalecer ações que promovam o desenvolvimento do hidrogênio verde no Ceará.

No evento, foi apresentado a construção do arduíno, que é o mini protótipo de veículo para o monitoramento da qualidade de água e produção de hidrogênio verde, evidenciando o processo de produção de hidrogênio verde por eletrólise e a necessidade de água ultrapura para o sucesso do processo, também revela que a busca incessante de minimizar os volumes de água é necessário a partir do olhar meticuloso da pegada hídrica e do fluxo de água virtual.

Outras iniciativas não foram detectadas nas instituições públicas e empresas privadas do Cariri, sendo essencial o fomento a ações que contribuam para interiorização do desenvolvimento da cadeia do hidrogênio verde no Ceará.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Estado do Ceará vem promovendo inúmeras iniciativas a partir do HUB do hidrogênio verde, implantado no complexo industrial e Portuário do Pecém, combinado com ações de capacitações e treinamentos fomentado a nível federal pelo programa H2 Brasil e disseminado no Ceará pelo SENAI, UFC e SENTEC, através do programa HTEC.

No Cariri cearense, iniciativas para o desenvolvimento da cadeia do hidrogênio se concentram na URCA e na FATEC Cariri. No entanto, os investimentos a serem disponibilizados na forma de editais podem estimular o desenvolvimento do setor, já que a região tem viabilidades tanto de água quanto de energia renovável.

Espera-se que, com o workshop realizado, sejam estimuladas, tanto a academia quanto na sociedade iniciativas que maximizem o potencial do hidrogênio verde no interior do Ceará.



6 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à URCA por promover e incentivar a pesquisa e a produção científica. Agradecemos, também à FUNCAP que forneceu apoio institucional através do BPI e da Bolsa de Extensão para a qualificação, também expressamos gratidão aos ex-bolsistas Maria Elenice Feitosa Almeida e Jaime Francelino de Oliveira Neto, bem como ao Professor Doutor Rodolfo José Sabiá, pela orientação necessária para a realização do projeto.

REFERÊNCIAS

BRAGA, Lúcia Bollini. **Aspectos técnico, econômicos e ecológicos de processos de produção de hidrogênio**. 2014.

DA SILVA, Inara Amoroso. Hidrogênio: Combustível do Futuro. **Ensaio e Ciência: C. Biológicas, Agrárias e da Saúde**, v. 20, n. 2, p. 122-126, 2016.

HERNÁNDEZ, C. T. **Modelo de gerenciamento da logística reversa integrado às questões estratégicas das organizações**. 2010. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista – UNESP, 2010, Guaratinguetá.

SILVA, Rayssa Guimarães; DO CARMO, Marlon José. Energia solar fotovoltaica: uma proposta para melhoria da gestão Energética. **InterSciencePlace**, v. 12, n. 2, 2017.

URSÚA, A.; GANDÍA, L. M.; SANCHIS, P. Hydrogen production from water electrolysis: current status and future trends. **Proceedings of the IEEE**, v. 100, n. 2, p. 410- 426, 2012.

COMO CITAR:

FEITOSA, Sarah Rodrigues; SABIÁ, Rodolfo José. Fórum: hidrogênio verde e a sustentabilidade do planeta. FASE II'' **Revista de Extensão - REVEXT**, v. 4, n. 1, p. 212-220, 2025.

Recebido em 13 de novembro de 2024

Aceito em 29 de agosto de 2025

