

# VIII SEMANA UNIVERSITÁRIA DA URCA

## XXVI Semana de Iniciação Científica da URCA

04 a 09 de dezembro de 2023

Tema: "INTERIORIZAÇÃO DA CIÊNCIA E REDUÇÃO DE ASSIMETRIAS: O PAPEL DOS PIBIC'S COMO EXPERIÊNCIA DE ARTICULAÇÃO DA PESQUISA NA GRADUAÇÃO E NA PÓS GRADUAÇÃO"



### ESTUDO DO FLUXO DE ÁGUA VIRTUAL E PEGADA HÍDRICA PARA A GERAÇÃO DE HIDROGÊNIO VERDE NO ESTADO DO CEARÁ

Francisco Ayrton Juca da Silva<sup>1</sup>, Maria Elenice Feitosa de Almeida<sup>2</sup>, Yonar Cavalcante da Silva<sup>3</sup>, Maria Ednágila de Sousa Oliveira<sup>4</sup>, Karolyne Gomes Silva<sup>5</sup>, Everson de Araújo Maia<sup>6</sup>, Anderson Fernandes Oliveira<sup>7</sup>, Rodolfo José Sabiá<sup>8</sup>

**Resumo:** O presente trabalho em questão faz parte de um estudo para viabilizar o fluxo de água virtual e a pegada hídrica que será aplicada para a geração do hidrogênio verde como energia limpa no Estado do Ceará. Atualmente, o aquecimento global vem crescendo de forma exponencial, ocasionando em mudanças climáticas extremamente significativas e, possivelmente irreversíveis, causadas pelo efeito estufa. Um aspecto crucial associado à produção de hidrogênio verde é a sua pegada hídrica, que se refere à quantidade de água utilizada ao longo de todo o ciclo de vida do produto, desde a produção de matérias-primas até o descarte. O objetivo desse projeto de pesquisa é avaliar o fluxo de água virtual e a pegada hídrica aplicada para a geração de hidrogênio verde no Estado do Ceará. Quanto aos objetivos, este estudo foi definido como exploratório com abordagem qualitativa. O presente artigo encontra-se em andamento, portanto ainda não há informações suficientes para chegar a uma conclusão significativa.

**Palavras-chave:** Geração de Hidrogênio Verde. Pegada Hídrica. Energia Renovável. Fluxo de Água Virtual. Transição Energética.

#### 1. Introdução

Segundo os dados do PNUD (Programa das Nações Unidas do Desenvolvimento), atualmente, o aquecimento global vem crescendo de forma exponencial, ocasionando em mudanças climáticas extremamente significativas e, possivelmente irreversíveis, causadas pelo efeito estufa. Com base nisso, a

---

<sup>1</sup> Universidade Regional do Cariri, email: francisco.ayrton@urca.br

<sup>2</sup> Universidade Regional do Cariri, email: elen.alm99@gmail.com

<sup>3</sup> Universidade Regional do Cariri, email: yonar.cavalcante@urca.br

<sup>4</sup> Universidade Regional do Cariri, email: ednagila.oliveira@urca.br

<sup>5</sup> Universidade Regional do Cariri, email: karolyne.gomes@urca.br

<sup>6</sup> Universidade Regional do Cariri, email: everson.maia@urca.br

<sup>7</sup> Universidade Regional do Cariri, email: anderson.fernandes@urca.br

<sup>8</sup> Universidade Regional do Cariri, email: rodolfo.sabia@urca.br

# VIII SEMANA UNIVERSITÁRIA DA URCA

## XXVI Semana de Iniciação Científica da URCA

04 a 09 de dezembro de 2023

Tema: "INTERIORIZAÇÃO DA CIÊNCIA E REDUÇÃO DE ASSIMETRIAS: O PAPEL DOS PIBIC'S COMO EXPERIÊNCIA DE ARTICULAÇÃO DA PESQUISA NA GRADUAÇÃO E NA PÓS GRADUAÇÃO"



sustentabilidade vem se tornando um assunto de extrema relevância, visto que é essencial uma ação de intervenção entre as principais potências para investir na redução do carbono. Esse objetivo tende a ser alcançado com o maior desenvolvimento da chamada transição energética, que possuem baixa ou zero emissões de carbono.

A produção de hidrogênio verde ocorre através de um processo eletroquímico chamado eletrólise da água. Nesse processo, a água (H<sub>2</sub>O) é decomposta em hidrogênio (H<sub>2</sub>) e oxigênio (O<sub>2</sub>) utilizando eletricidade proveniente de fontes renováveis. O hidrogênio resultante pode ser armazenado e transportado para uso posterior em células de combustível ou em processos industriais que exigem hidrogênio como matéria-prima.

De acordo com a IRENA (Agência Internacional de Energia Renovável) uma das principais barreiras para maior oferta de hidrogênio verde no mundo é a necessidade de ganhos de maturidade tecnológica na cadeia produtiva no hidrogênio. O custo para implantação produtiva e logística da tecnologia é alto.

Um aspecto crucial associado à produção de hidrogênio verde é a sua pegada hídrica, que se refere à quantidade de água utilizada ao longo de todo o ciclo de vida do produto, desde a produção de matérias-primas até o descarte. A integração do conceito de pegada hídrica na produção de hidrogênio verde é crucial para avaliar a sustentabilidade desse processo. Estratégias que minimizem o consumo de água, otimizem a utilização de recursos hídricos e levem em conta os aspectos locais das fontes de água são fundamentais para garantir que a produção de hidrogênio verde seja verdadeiramente sustentável e contribua para a transição para uma economia de baixo carbono.

### 1.2. Hidrogênio Verde: Cenário Mundial

Segundo (SMINK, 2021) as nações interessadas no combustível investem em projetos para o planejamento de produção do HV. Os principais países interessados nessa energia renovável são: Holanda, Alemanha, Austrália, China e Arábia Saudita.

# VIII SEMANA UNIVERSITÁRIA DA URCA

## XXVI Semana de Iniciação Científica da URCA

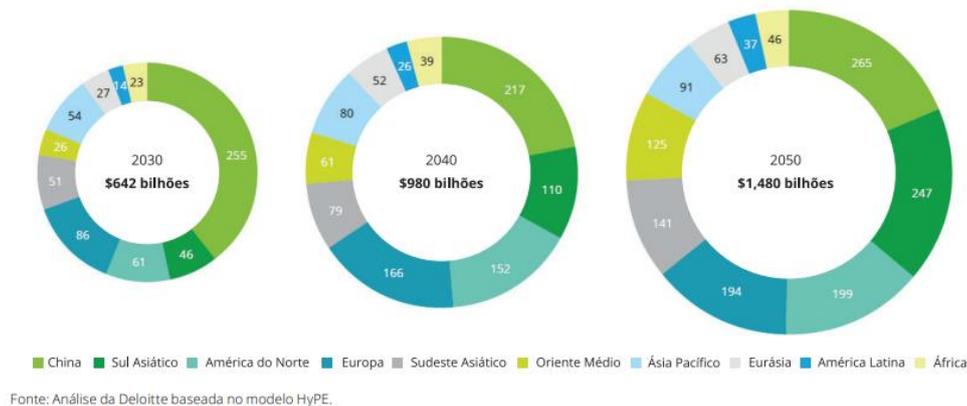
04 a 09 de dezembro de 2023

Tema: "INTERIORIZAÇÃO DA CIÊNCIA E REDUÇÃO DE ASSIMETRIAS: O PAPEL DOS PIBIC'S COMO EXPERIÊNCIA DE ARTICULAÇÃO DA PESQUISA NA GRADUAÇÃO E NA PÓS GRADUAÇÃO"



Na figura 1 abaixo, podemos ver o crescimento do mercado de Hidrogênio Verde de 2030 a 2050.

Figura 1. Mercado de hidrogênio limpo (US\$ bilhões por ano), 2030 a 2050



### 1.3 Hub de Hidrogênio Verde do complexo do Pecém

O Hub foi criado em fevereiro de 2021 pelo governo do Estado do Ceará, em parceria com o complexo do Pecém, Federação das Indústrias do Ceará (FIEC) e a Universidade Federal do Ceará (UFC). Por conta do Porto de Pecém ser localizado no Ceará, o desenvolvimento da cadeia de produção, distribuição, armazenagem e transporte do HV se torna um fator extremamente favorável para explicar sua localização, uma vez que o Porto de Pecém é próximo de mercados mundiais e do Porto de Roterdã, um dos principais portos que facilitariam o escoamento do HV para países europeus que possuem interesse no Brasil como seu aliado nesse negócio (ZPE CEARÁ, 2022).

Outros investimentos em hidrogênio verde foram feitos no Brasil, sendo os mais influentes no Porto do Pecém na tabela 1 abaixo.

# VIII SEMANA UNIVERSITÁRIA DA URCA

## XXVI Semana de Iniciação Científica da URCA

04 a 09 de dezembro de 2023

Tema: "INTERIORIZAÇÃO DA CIÊNCIA E REDUÇÃO DE ASSIMETRIAS: O PAPEL DOS PIBIC'S COMO EXPERIÊNCIA DE ARTICULAÇÃO DA PESQUISA NA GRADUAÇÃO E NA PÓS GRADUAÇÃO"



**Figura 1: Principais Países Investidores em Hidrogênio Verde**

País	Empresa	Valores previstos (US\$)	Descrição
Austrália	Fortescue Future Industries	6 bilhões	Mineradora australiana, com expectativa de gerar 2, 5 mil postos de trabalho durante a sua instalação e oitocentos empregos quando a empresa estiver em operação, a partir de 2025, com produção de 15 milhões de toneladas de H2V.
Austrália	Energix Energy	5,4 bilhões	Construção da maior usina de H2V do mundo, o projeto-base One produzirá mais de 600 milhões de quilos de H2V anualmente a partir de 3,4 GW de energia renovável firme.
Holanda	Transhydrogen Alliance	2 bilhões	Consórcio formado pelas empresas Proton Ventures, Trammo, Global Energy Storage e Varo. Estima produção de 500 mil toneladas de H2V por ano. O volume é equivalente a cerca de 2,5 milhões de toneladas de amônia verde, que serão exportadas do porto do Pecém, no Ceará, até o porto de Roterdã, na Holanda.
França	Qair	6,95 bilhões	Implementação de uma planta para produção de H2V com capacidade de 2.240 MW. Irá utilizar energia elétrica gerada no Complexo Eólico Marítimo Dragão do Mar e de um parque de energia eólica offshore. Criação de 2 mil empregos durante a construção das plantas e seiscentos empregos diretos na operação dos projetos.
Portugal	EDP	8 milhões	Planta que contempla uma usina solar com capacidade de 3 MW e um módulo eletrolisador para produção do combustível a partir de energia renovável. A unidade modular terá capacidade de produzir 250 Nm <sup>3</sup> /h de H2V.
França	Engie	-	Projeta, até 2030, desenvolver capacidade instalada de fabricação de H2V de 4 GW, implantar 700 km de redes dedicadas de hidrogênio e operar mais de cem postos de abastecimento.
Espanha	Neoenergia	-	Estudos de viabilidade para projeto de mobilidade urbana com utilização de veículos para transporte público movidos a H2V.

Fonte: O Autor (2023)

## 2. Objetivo Geral

Avaliar o fluxo de água virtual e a pegada hídrica aplicada para a geração de hidrogênio verde no Estado do Ceará.

## 3. Metodologia

O presente artigo está sendo realizado mediante o uso de artigos científicos, teses e dissertações como base para a compreensão do tema e aprofundamento dos conhecimentos acerca da neutralidade do carbono como combustível fóssil e a transição energética para uma energia limpa e renovável pelo uso do hidrogênio como matéria prima.

Segundo (OLIVEIRA, 2013), este estudo foi definido como exploratório com abordagem qualitativa. Como regra geral, a pesquisa exploratória é o tipo de pesquisa realizada quando o tema escolhido é pouco explorado, dificultando

# VIII SEMANA UNIVERSITÁRIA DA URCA

## XXVI Semana de Iniciação Científica da URCA

04 a 09 de dezembro de 2023

Tema: "INTERIORIZAÇÃO DA CIÊNCIA E REDUÇÃO DE ASSIMETRIAS: O PAPEL DOS PIBIC'S COMO EXPERIÊNCIA DE ARTICULAÇÃO DA PESQUISA NA GRADUAÇÃO E NA PÓS GRADUAÇÃO"



a formulação e implementação de hipóteses. Muitas vezes, essa pesquisa é o primeiro passo para um estudo mais aprofundado. Quanto ao método de pesquisa, sugere-se que a bibliometria é um método de pesquisa que identifica um punhado de periódicos-chave que contêm os artigos mais significativos relacionados a um assunto. O método foi desenvolvido com base na prática da comunidade científica de fornecer bibliografias com qualquer artigo (BOTELHO, 2011).

#### 4. Conclusões Provisórias

O presente artigo encontra-se em andamento, portanto ainda não há informações suficientes para chegar a uma conclusão significativa.

#### 5. Agradecimentos

Agradeço a BPI/FUNCAP por me dar a oportunidade de me aprofundar nos conhecimentos acerca do Hidrogênio Verde com o apoio da bolsa de estudos e ao professor Dr. Rodolfo José Sabiá pela orientação necessária a fim de concretizar o projeto de pesquisa.

#### 6. Referências Bibliográficas

BOTELHO, Louise de Lira Roedel et al. Revisão bibliométrica sobre mudança organizacional e aprendizagem gerencial em uma organização intensiva em conhecimento. XXV Encontro da associação nacional de pós-graduação e pesquisa em administração, 2011.

IRENA, Geopolitics of the Energy Transformation - The Hydrogen Factor, 2022.

OLIVEIRA, Maria Marly de. Como fazer pesquisa qualitativa. In: Como fazer pesquisa qualitativa. 2013. p. 232-232.

SMINK, Veronica. Hidrogênio verde: os 6 países que lideram a produção do 'combustível do futuro'. 11 abril 2021. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-56604972>. Acesso em: 10 nov. 2022.

UNDP. Sustainable Development Goals. Disponível em: <https://www.undp.org/sustainable-development-goals>. Acesso em: 21 maio 2022.

ZPE CEARÁ. HUB de Hidrogênio Verde do Complexo de Pecém. Disponível em: <https://zpeceara.com.br/hubh2v/>. Acesso em: 29 maio 2022

<https://www2.deloitte.com/br/pt/pages/about-deloitte/articles/perspectivas-hidrogenio.html>