

# IX SEMANA UNIVERSITÁRIA DA URCA XXVII Semana de Iniciação Científica da URCA

04 a 08 de NOVEMBRO de 2024



Tema: "CIÊNCIA, TECNOLOGIA E AMBIENTE: MÚLTIPLOS SABERES E FAZERES"

## ESTUDO DA CERTIFICAÇÃO DO FLUXO DE ÁGUA VIRTUAL E PEGADA HÍDRICA PARA A EFICIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE HIDROGÊNIO VERDO NO ESTADO DO CEARÁ

Jaime Francelino de Oliveira Neto<sup>1</sup>, Rodolfo José Sabiá<sup>2</sup>

**Resumo:** A partir do século XVIII, com a Revolução Industrial, a degradação ambiental vem aumentando cada vez mais como resultado da urbanização e do crescimento populacional, exigindo que se repense o impacto do ser humano no meio ambiente. No Nordeste, onde o regime hídrico é limitado pela irregularidade das chuvas e rios intermitentes, a água torna-se o principal recurso afetado. No Ceará, para analisar esse impacto, são utilizados indicadores como a pegada hídrica e o fluxo de água virtual. O hidrogênio verde surge como uma fonte de energia sustentável, e o estado vem investindo em políticas públicas para promover um melhor aproveitamento da água. Nesse contexto, a certificação é essencial para comprovar a competência de pessoas, empresas e organizações, como no caso das ISO's, que garantem qualidade nos processos produtivos e asseguram sustentabilidade e eficiência. Assim, a certificação demonstraria que a água está sendo utilizada de forma eficiente na produção de hidrogênio verde, evitando desperdício e má utilização dos recursos hídricos

**Palavras-chave:** Hidrogênio Verde. Energia Limpa. Pegada Hídrica. Sustentabilidade. Recurso Hídrico.

### 1. Introdução

A degradação ambiental tem se intensificado ao longo dos séculos, especialmente a partir da Revolução Industrial no século XVIII, quando o avanço tecnológico e o crescimento populacional geraram uma grande pressão sobre os recursos naturais. A urbanização, a industrialização e a expansão da agricultura intensiva resultaram em um uso crescente de água, como mostrado pela Agência Nacional de Águas onde o consumo em 2019 era de 2 milhões e 83 mil litros enquanto em 1931 era de apenas 131 mil litros, e em um aumento significativo da poluição. A água, recurso fundamental para a sobrevivência e o desenvolvimento das sociedades, passou a ser utilizada de maneira intensiva e muitas vezes insustentável, o que levou a sérios problemas de escassez e degradação da qualidade dos recursos hídricos em diversas regiões do mundo.

---

1 Universidade Regional do Cariri, email: jaime.francelino@urca.br

2 Universidade Regional do Cariri, email: rodolfo.sabia@urca.br

# IX SEMANA UNIVERSITÁRIA DA URCA

## XXVII Semana de Iniciação Científica da URCA

04 a 08 de NOVEMBRO de 2024



Tema: "CIÊNCIA, TECNOLOGIA E AMBIENTE: MÚLTIPLOS SABERES E FAZERES"

O impacto do uso da água, tanto em sua quantidade quanto em sua qualidade, tornou-se evidente, especialmente em regiões como o Nordeste brasileiro, onde o regime pluviométrico é irregular e os rios são predominantemente intermitentes. A crescente demanda por água para o abastecimento humano, industrial e agrícola, aliada à falta de práticas sustentáveis de gestão, tem agravado os problemas de disponibilidade hídrica. No contexto atual, torna-se imperativo criar mecanismos que promovam a gestão eficiente e sustentável dos recursos hídricos, garantindo a preservação desse bem.

Nesse cenário, surge a necessidade de desenvolver métodos de monitoramento e certificação que avaliem o uso da água de maneira eficaz e transparente, no caso do Ceará, onde a produção de hidrogênio verde é vista como uma alternativa energética sustentável, a gestão dos recursos hídricos se torna ainda mais crítica. A certificação da pegada hídrica e do fluxo de água virtual é uma ferramenta importante para garantir que a água utilizada na produção de hidrogênio verde seja gerida de maneira eficiente e sustentável, promovendo a conservação e o uso racional desse recurso, alinhada às necessidades da sociedade e às exigências ambientais regionais e internacionais.

## 2. Objetivo

### Objetivo Geral

Criar um processo de certificação para a pegada hídrica e o fluxo de água virtual no estado do Ceará, vinculado à produção de hidrogênio verde, visando a sustentabilidade na gestão dos recursos hídricos, bens e serviços da sociedade

### Objetivos Específicos

- Certificar a pegada hídrica do estado do Ceará, na produção do hidrogênio verde;
- Analisar a pegada hídrica do estado do Ceará na produção de hidrogênio verde;
- Analisar o impacto da pegada hídrica do hidrogênio verde no estado do Ceará;
- Analisar o fluxo de água virtual do estado do Ceará na produção de hidrogênio verde;
- Incentivar a conservação da água e promover práticas de gestão sustentável;
- Garantir a transparência e a rastreabilidade do uso da água na produção de hidrogênio verde;
- Assegurar conformidade com os padrões ambientais regionais e internacionais;
- Promover práticas de produção que minimizem a pegada hídrica.

# IX SEMANA UNIVERSITÁRIA DA URCA

## XXVII Semana de Iniciação Científica da URCA

04 a 08 de NOVEMBRO de 2024



Tema: "CIÊNCIA, TECNOLOGIA E AMBIENTE: MÚLTIPLOS SABERES E FAZERES"

- Certificar a pegada hídrica do estado do Ceará, na produção do hidrogênio verde;
- Criar uma plataforma interativa com instituições governamentais em empresas envolvidas na produção do hidrogênio verde no estado do Ceará;
- Propor um índice de pegada hídrica para a produção de hidrogênio verde para valorização da água na comercialização de produtos ou serviços.

### 3. Metodologia

Para alcançar os objetivos desta pesquisa, a revisão bibliométrica é fundamental, segundo Cunha (1985) é um método de pesquisa que permite encontrar periódicos essenciais (denominados nucleares) que se supõe possuir os artigos mais relevantes publicados sobre um determinado assunto, assim permitindo que se colete, selecione e analise criticamente esses artigos disponíveis em bancos de dados, capacitando os autores a mapear o território intelectual existente e a formular questões de pesquisa, desenvolvendo o estudo proposto. De acordo com Maria Claudia da Silva Antunes de Souza em seu artigo "PEGADA HÍDRICA" E O VALOR DA ÁGUA: DIMENSÕES ENTRE CAPITALISMO, CONSUMISMO E JUSTIÇA INTERGERACIONAL" a pegada hídrica é a quantidade de recursos hídricos, mais especificamente água potável, utilizados pelos humano em processos de produção, e é um conceito criado inicialmente por Arjen Hoekstra em 2002. Para valorar o a pegada hídrica é necessária considerar variáveis que considerem a qualidade da água em cada etapa do processo, isso pode envolver fatores como a pureza da água, a eficiência de purificação e os requisitos específicos de qualidade para diferentes usos, assim podemos definir as variáveis:

- $P_h$ : Pegada hídrica.
- $W_b$ : Trabalho realizado pela água pura
- $W_u$ : Trabalho realizado pela água ultrapura
- $W_r$ : Trabalho realizado pela água de resfriamento
- $Q_b$ : Índice de qualidade da água bruta (valor adimensional, onde valores maiores indicam melhor qualidade).
- $Q_u$ : Índice de qualidade da água ultrapura (valor adimensional, onde valores maiores indicam melhor qualidade).
- $Q_r$ : Índice de qualidade da água de resfriamento (valor adimensional, onde valores maiores indicam melhor qualidade).
- $C_{pb}$ : Coeficiente de eficiência de purificação da água bruta para ultrapura
- $C_u$ : Consumo de água ultrapura por kg de H<sub>2</sub> produzido.
- $C_{pr}$ : Coeficiente de eficiência do processo de resfriamento
- $C_r$ : Consumo de água de resfriamento por kWh de energia renovável

Assim, tem-se a formula (1):

# IX SEMANA UNIVERSITÁRIA DA URCA

## XXVII Semana de Iniciação Científica da URCA

04 a 08 de NOVEMBRO de 2024



Tema: "CIÊNCIA, TECNOLOGIA E AMBIENTE: MÚLTIPLOS SABERES E FAZERES"

$$Ph = \frac{Wb}{Qb} \cdot Cpb + \frac{Wu}{Qu} \cdot Cu + \frac{Wr}{Qr} \cdot Cpr \cdot Cr \quad (1)$$

Outros pontos que influenciam diretamente são a qualidade da água pode influenciar diretamente a eficiência do processo. Por exemplo, água bruta de alta qualidade pode reduzir a necessidade de purificação intensiva, enquanto água de resfriamento de alta qualidade pode melhorar a eficiência do resfriamento e a eficiência dos processos de purificação e resfriamento pode variar dependendo da tecnologia usada e das condições operacionais. Coeficientes mais altos indicam processos mais eficientes e, portanto, menor pegada hídrica.

#### 4. Resultados

O processo de certificação é dividido em três etapas: inscrição, auditoria e emissão, e cada uma dessas etapas é subdividida em mais duas. Na inscrição, as empresas se inscrevem para participar do programa de certificação e fornecem detalhes sobre o consumo de água, as práticas de gestão hídrica e os dados de monitoramento da qualidade da água em seus processos de produção. Após essa etapa, ocorrem as auditorias, que inicialmente realizam verificações in loco para validar as informações fornecidas; após isso, são realizadas auditorias periódicas para assegurar a continuidade dos processos. Por fim, na etapa de emissão, é fornecido um relatório detalhado dos resultados das auditorias, juntamente com o certificado, caso as empresas tenham cumprido os critérios estabelecidos.

Em relação aos critérios a serem cumpridos um deles é o Ph, a pegada hídrica, que pode ser valorada pela fórmula (1).

#### 5. Conclusão

Com o andamento da pesquisa, entende-se que o processo de certificação já possui um modelo base a ser seguido e inicia-se a criação da base de dados para entender quais parâmetros devem ser medidos e como obter alguns desses valores. Assim, com o avanço do estudo, haverá uma base completa e sólida de entendimento e dados para a possível criação de uma certificação.

#### 6. Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUA (Brasil). MANUAL DE USOS CONSULTIVOS DA ÁGUA NO BRASIL. Brasília, DF: ANA; 2019.72 p. Disponível em: <http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/central-de->

# IX SEMANA UNIVERSITÁRIA DA URCA XXVII Semana de Iniciação Científica da URCA

04 a 08 de NOVEMBRO de 2024



Tema: "CIÊNCIA, TECNOLOGIA E AMBIENTE: MÚLTIPLOS SABERES E FAZERES"

[publicacoes/ana\\_manual\\_de\\_usos\\_consuntivos\\_da\\_agua\\_no\\_brasil.pdf](#)

.Acesso

em:15/09/2024

Botelho, L. L. R., Cunha, C. C. de A., & Macedo, M. (2011). O MÉTODO DA REVISÃO INTEGRATIVA NOS ESTUDOS ORGANIZACIONAIS. *Gestão E Sociedade*, 5(11), 121–136. Disponível em: <https://doi.org/10.21171/ges.v5i11.1220>. Acesso: 11/10/2024.

SOUZA, Maria Claudia Da Silva Antunes et al. *Gestão das Águas: Dignidade Humana e Sustentabilidade por meio do Fortalecimento das Cadeias de Valor*. Rio de Janeiro: Editora Lumen Juris, 2018. 294 p.