



III SIMPÓSIO PARAIBANO DE RECURSOS HÍDRICOS



III SIMPÓSIO PARAIBANO DE SEGURANÇA DE BARRAGENS

ANAIS
2025



Organização:

Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba
AESA

Copyright© 2025

Todos os direitos reservados para a Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba - AESA. Nenhuma parte desse material pode ser reproduzida ou transformada em nenhuma forma e por nenhum meio mecânico, incluindo fotocópia, gravação ou qualquer sistema de armazenamento de informação, sem autorização expressa dos autores ou da AESA.

PLANEJAMENTO E COORDENAÇÃO

Porfírio Catão Cartaxo Loureiro

Waldemir Fernandes de Azevedo

Joacy Mendes Nóbrega

Beranger Arnaldo de Araújo

PROJETO GRÁFICO DA CAPA

Danilo David Moura de Figueiredo

DIAGRAMAÇÃO

Esther Maria Barros de Albuquerque

Dados internacionais de catalogação na publicação (CIP)

A265a Agência Executiva de Gestão das Águas da Paraíba. Anais do III Simpósio Paraibano de Recursos Hídricos e Segurança de Barragens [Recurso eletrônico]. João Pessoa – Paraíba, 2025.
169 f. : il. color.

Formato e-book

Anual

ISSN

1. Anais-eventos. 2. Recursos Hídricos. 3. Segurança de Barragens. 4. Água. I. Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. II. Título.

CDU 556

[2025]

Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba
Av. Duarte da Silveira, S/N, Anexo ao DER – Torre
João Pessoa/PB



AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO ESTADO DA PARAÍBA

A AESA foi criada pela Lei nº 7.779, de 07/07/2005, sob a forma jurídica de uma Autarquia, com autonomia administrativa e financeira, vinculada à Secretaria da Infraestrutura e dos Recursos Hídricos - SEIRH do Estado da Paraíba.

III SIMPÓSIO PARAIBANO DE RECURSOS HÍDRICOS & SEGURANÇA DE BARRAGENS

Diretor Presidente



Foto: @edsonmatosfotos

Porfírio Catão Cartaxo Loureiro

Porfírio Catão Cartaxo Loureiro é engenheiro civil graduado pelo Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba. Atua como Diretor-Presidente da Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba – AESA desde 2019.

III SIMPÓSIO PARAIBANO DE RECURSOS HÍDRICOS & SEGURANÇA DE BARRAGENS

GESTÃO E ORGANIZAÇÃO

DIRETORIA

PORFÍRIO CATÃO CARTAXO LOUREIRO
BERANGER ARNALDO DE ARAÚJO
JOACY MENDES NOBREGA
WALDEMIR FERNANDES DE AZEVEDO

SUPERVISÃO EDITORIAL

ANDRÉA LIRA CARTAXO
CELENE CAVALCANTI DE CARVALHO
LOVANIA MARIA WERLANG
ROSA MARIA LINS BONIFÁCIO
WELLINGTON ANTÔNIO BARBOSA

COLABORADORES

AILTON MENDES DE SOUSA
ANTÔNIO RICARDO SOBRINHO
BRENDO FILEMON DE CARVALHO MONTEIRO
DANILO DAVID MOURA DE FIGUEIREDO
DIEGO MAGNO TAVARES DA SILVA
ELZA SANTOS BRITO
ERIK ANDERSON DE OLIVEIRA
ESTHER MARIA BARROS DE ALBUQUERQUE

JOSEMI CAVALCANTE
KÁTIA REGINA DE MEDEIROS SALES
MAGDA DAYSE FERREIRA RANGEL
MARACI DE SOUSA VIRGOLINO
MARIA CÉLIA DA NÓBREGA
MICHAEL LOPES DA SILVA
PEDRO HENRIQUE GUEDES DE FIGUEIRÊDO
PHAMELLA KAROLINE DE M. BONATES

REVISÃO

OS AUTORES

SUMÁRIO

A EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA AVALIAÇÃO E SENSIBILIZAÇÃO SOBRE A QUALIDADE DA ÁGUA EM PROPRIEDADES RURAIS	7
A RESPOSTA DA DIVERSIDADE TAXONÔMICA DE MACROINVERTEBRADOS AO ENRIQUECIMENTO POR NUTRIENTES EM RESERVATÓRIOS DO SEMIÁRIDO	12
ABORDAGEM FUNCIONAL DE CIANOBACTÉRIAS NA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE RESERVATÓRIOS DO SEMIÁRIDO	18
ANÁLISE DA CATEGORIA DE RISCO DE BARRAGENS POR TIPO DE MATERIAL DA SUA CONSTRUÇÃO NO BRASIL	23
ANÁLISE DE GEOMETRIAS SEGURAS EM BARRAGENS DE TERRA POR SIMULAÇÃO NUMÉRICA GEOTÉCNICA VIA ADONIS	28
ANÁLISE DOS IMPACTOS SOCIOECONÔMICOS E AMBIENTAIS DA IMPLANTAÇÃO DE PASSAGENS MOLHADAS NO SEMIÁRIDO DA PARAÍBA	33
APTIDÃO DE RESERVATÓRIOS PARA ATIVIDADE DE PISCICULTURA EM TANQUES - REDE.....	38
APLICAÇÃO DE MACHINE LEARNING NA ANÁLISE DE DADOS DA INSTRUMENTAÇÃO DE BARRAGENS.....	44
AVALIAÇÃO COMPARATIVA DO QUADRO DE ANOMALIAS DA BARRAGEM GRAMAME-MAMUABA NOS ANOS DE 2016, 2022 E 2025.....	50
AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA SUBTERRÂNEA EM COMUNIDADES RURAIS: UMA AÇÃO DO PROGRAMA SOLO NA ESCOLA	55
AVALIAÇÃO MULTICRITÉRIO DO DESEMPENHO INSTITUCIONAL NA GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA	61
COMITÊ NAS ESCOLAS: O CASO DA ECIT PRESIDENTE JOÃO GOULART	66
DESEMPENHO COMPARATIVO DE DESSALINIZADORES SOLARES APLICADOS AO SEMIÁRIDO DA PARAÍBA	72
DESERTIFICAÇÃO E ESCASSEZ HÍDRICA NO SEMIÁRIDO PARAIBANO: PERCEPÇÕES E DESAFIOS DA AGRICULTURA FAMILIAR EM PATOS-PB	77
DETERMINAÇÃO DA CURVA-CHAVE DO RIO PIANCÓ VIA AJUSTE NUMÉRICO PELO MÉTODO DOS MÍNIMOS QUADRADOS	83
DIAGNÓSTICO DO USO E DA QUALIDADE SENSORIAL DOS RECURSOS HÍDRICOS NA UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA – CAMPUS III (CCHSA)	88
DINÂMICA DA ÁGUA NO SOLO: ESTUDO DA INFILTRAÇÃO E RETENÇÃO COM ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO	94

EDUCAÇÃO AMBIENTAL E MATA CILIAR: ENSINANDO SOBRE A IMPORTÂNCIA DO CUIDADO COM OS RECURSOS HÍDRICOS	99
EFICIÊNCIA DO USO DA ÁGUA EM GENÓTIPOS DE FEIJÃO CAUPI NO ALTO SERTÃO PARAIBANO	104
ENTRE O RIO E O MAR: ENSINO E CONSCIENTIZAÇÃO AMBIENTAL NA FOZ DO RIO PARAÍBA COM O PROJETO COMITÊS NAS ESCOLAS	109
GESTÃO AMBIENTAL DA OUTORGA DE USO DA ÁGUA NO AÇUDE DE SÃO GONÇALO-PB	114
GOVERNANÇA HÍDRICA NA PARAÍBA: UMA ANÁLISE DA TRANSPARÊNCIA INSTITUCIONAL E DAS PERCEPÇÕES COMUNITÁRIAS EM UMA COMUNIDADE QUILOMBOLA	119
IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DA (DES)CONECTIVIDADE HIDROGEOMORFOLÓGICA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PIANCÓ.....	125
INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE PARA A GESTÃO HÍDRICA DA APA TAMBABA: O CASO DO BAIXO RIO MUCATU	130
MICROPLÁSTICOS: DA CONTAMINAÇÃO À SUSTENTABILIDADE - DESAFIOS E PERSPECTIVAS GLOBAIS	133
ODS NA ESCOLA: EXPERIÊNCIA EDUCATIVA NA PARAÍBA	139
PERSPECTIVAS PARA O REUSO DE CONCENTRADO DE DESSALINIZADORES: RESPOSTAS FISIOLÓGICAS DE PLANTAS SOB DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE ÁGUA SALINA	144
PRÁTICAS DE REUSO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS NOS SETORES AQUÍCOLAS DO CCHSA/UFPB	149
SIMULAÇÃO DE ROMPIMENTO DA BARRAGEM DE MARÉS ATRAVÉS DE UM SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG) E CLASSIFICAÇÃO QUANTO AO DANO POTENCIAL ASSOCIADO (DPA)	153
SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA PARA A RECUPERAÇÃO DE ECOSISTEMAS HÍDRICOS: UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA	160
UTILIZAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS ENTRE PRODUTORES RURAIS DE PILÕES-RN.....	165

Área: Educação Ambiental e Conscientização Pública

A EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA AVALIAÇÃO E SENSIBILIZAÇÃO SOBRE A QUALIDADE DA ÁGUA EM PROPRIEDADES RURAIS

Dennedy Magnos Oliveira Gomes¹; Ana Cecília da Rocha Oliveira²; Mikael da Silva Oliveira³; José Carlos Ferreira⁴, Ruth Cristina da Silva⁵; Lays Klecia Silva Lins⁶

¹Departamento de Agrárias e Exatas, CCHA/UEPB, Endereço, E-mail: Dennedy.gomes@aluno.uepb.edu.br

²Universidade Federal da Paraíba, UFPB, Endereço, E-mail: ana.ceciliarocha97@gmail.com

³Departamento de Agrárias e Exatas, CCHA/UEPB, Endereço, E-mail: mikael.oliveira@aluno.uepb.edu.br

⁴Departamento de Agrárias e Exatas, CCHA/UEPB, Endereço, E-mail: ferreirajohn65@gmail.com

⁵Departamento de Agrárias e Exatas, CCHA/UEPB, Endereço, E-mail: ruth.cristina@aluno.uepb.edu.br

⁶Professora do Departamento de Agrárias e Exatas, CCHA/UEPB, Endereço, E-mail: layslins@servidor.uepb.edu.br

E-mail do autor correspondente: Dennedy.gomes@aluno.uepb.edu.br

RESUMO:

A água é um recurso indispensável à vida na Terra, sendo essencial que apresente qualidade adequada para o consumo humano, animal e vegetal. Contudo, a poluição tem comprometido significativamente esse recurso natural. Nesse contexto, a Educação Ambiental desempenha papel fundamental ao incentivar o uso racional e sustentável da água. Este trabalho teve como objetivo realizar coletas de amostras de água de poços amazônicos em comunidades rurais do município de Catolé do Rocha-PB, proceder às análises de pH e condutividade elétrica e promover ações educativas voltadas à conscientização dos produtores rurais sobre a importância da qualidade da água para suas atividades no campo. A metodologia envolveu visitas aos produtores, demarcação de seis pontos de coleta, análises físico-químicas e a realização de palestras e demonstrações práticas. Durante as atividades, os produtores demonstraram grande interesse em compreender como a qualidade da água interfere diretamente na produção agrícola. As ações práticas mostraram-se eficazes, promovendo o diálogo entre o saber científico e o conhecimento empírico dos agricultores, além de estimular práticas sustentáveis de manejo da água.

Palavras-chave: Ensino, Recursos Hídricos, Sustentabilidade.

INTRODUÇÃO

A água é um dos recursos naturais mais importantes para a sobrevivência na Terra, sendo essencial no desenvolvimento da vida, a produção de alimentos, a fabricação de equipamentos e inúmeras atividades agrícolas. Trata-se de um recurso indispensável, tanto para os seres humanos quanto para a manutenção do meio ambiente e da biodiversidade presente em todo o planeta, possuindo grande valor econômico e

socioambiental. Assim, a utilização desse recurso natural deve ocorrer de forma racional e consciente (QUINELATO et al., 2020).

Entretanto, as atividades humanas têm provocado intensa degradação dos recursos naturais, como o solo, as florestas e a água. Muitas dessas práticas são realizadas de maneira inadequada, impulsionadas pela crescente demanda populacional e pelo uso excessivo de insumos químicos na agricultura. Problemas como o uso incorreto da água, falhas no saneamento básico e a ausência de tecnologias eficientes de irrigação resultam em sérios impactos ambientais e perdas produtivas (KLOSS, 2020).

É importante compreender a qualidade da água, pois atrás dela, é possível entender sua utilização no consumo humano e no campo (atividades rurais), à sua qualidade pode gerar impactos positivos ou negativos, influenciando diretamente na produção de alimentos, tais como, feijão e milho, ou mesmo na produção de forragem para animais. Seu monitoramento da qualidade da água permite avaliar o ambiente aquático, seu funcionamento enquanto mantenedor da vida e logo sua capacidade de continuar prestando serviços à flora, fauna e sociedade (NASCIMENTO et al., 2020).

A compreensão da qualidade da água é fundamental, pois está diretamente relacionada à sua utilização tanto para o consumo humano quanto para as atividades agropecuárias. A presença de sais e o desequilíbrio do pH podem influenciar de forma positiva ou negativa na produtividade agrícola, afetando culturas como milho, feijão e forrageiras. O monitoramento da qualidade da água permite avaliar o funcionamento dos ecossistemas aquáticos e sua capacidade de continuar prestando serviços ambientais à flora, fauna e sociedade (NASCIMENTO et al., 2020).

Para tanto a Educação Ambiental engloba atividades e metodologias que maximizem e otimizem a transmissão de conhecimento acerca do cuidado com os recursos naturais, sendo possível consumi-los de forma consciente. O Tratado de Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis e Responsabilidade Global vislumbra a educação como um movimento de construção contínuo e a Educação Ambiental como uma área voltada para a sustentabilidade equânime, um movimento constante de aprendizagem que está assentado no apreço aos seres vivos (MEIER e MAZZARINO, 2020).

A Educação Ambiental, nesse sentido, representa uma ferramenta essencial na construção de uma consciência coletiva voltada ao uso sustentável dos recursos naturais. O Tratado de Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis e Responsabilidade Global define a Educação Ambiental como um processo contínuo de aprendizado que valoriza o

respeito à vida e à sustentabilidade (MEIER & MAZZARINO, 2020). Diante disso, este trabalho teve como objetivo analisar a qualidade da água de poços amazônicos em comunidades rurais de Catolé do Rocha–PB e sensibilizar os produtores quanto à importância desse recurso para o desenvolvimento de suas atividades.

METODOLOGIA

O trabalho foi desenvolvido através do projeto de extensão “Avaliação da qualidade da água subterrânea em comunidades rurais” desenvolvido pelo programa Solo na Escola, entre os anos de 2023/2024. Esse programa pertence ao Departamento de Agrárias e Exatas do campus IV da Universidade Estadual da Paraíba, localizado em Catolé do Rocha, sertão paraibano.

As atividades compreenderam a seleção de seis poços amazônicos localizados nas comunidades rurais de Cajueiro, Boqueirão e Trapiá. Foram realizadas visitas aos produtores rurais para apresentação da proposta e coleta de amostras de água destinadas à análise de pH e condutividade elétrica. Posteriormente, foram ministradas palestras sobre a importância da qualidade da água para o consumo humano e a irrigação, abordando os efeitos dos sais sobre as plantas e os sistemas agrícolas. Por fim, realizaram-se demonstrações práticas utilizando equipamentos portáteis, como pHmetro e condutivímetro, com participação ativa dos produtores.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As primeiras atividades de Educação Ambiental, realizadas por meio de palestras (Figura 1), despertaram grande interesse entre os produtores rurais, que demonstraram curiosidade sobre os métodos de análise e sua aplicação no cotidiano agrícola. Essa receptividade reforça o potencial das oficinas e palestras como estratégias pedagógicas eficazes para aproximar a ciência da comunidade (MOTHÉ et al., 2020).

Figura 1: Palestras com os produtores e alunos da Educação de Jovens e Adultos, Catolé do Rocha-PB, 2024



Durante as coletas e análises de água (Figura 2), observou-se o envolvimento dos participantes, que fizeram questionamentos sobre o funcionamento dos equipamentos e a interpretação dos resultados. Essa participação evidencia o interesse dos produtores em compreender como parâmetros como pH e condutividade elétrica influenciam suas práticas agrícolas. A crescente degradação dos recursos hídricos reforça a importância de estudos e ações voltadas ao monitoramento e à educação ambiental (VALENTINI et al., 2021).

Figura 2: Coleta de amostras de água e análises com os produtores, Catolé do Rocha-PB, 2024;



Os resultados demonstraram que, mesmo sem conhecimento técnico prévio, os agricultores compreenderam de forma clara a relação entre a qualidade da água e a produtividade agrícola, reconhecendo a necessidade de monitoramento contínuo e manejo sustentável dos recursos hídricos.

CONCLUSÕES

As ações de Educação Ambiental desenvolvidas contribuíram significativamente para a disseminação do conhecimento científico sobre a qualidade da água, fortalecendo o diálogo entre a universidade e as comunidades rurais. As análises práticas com pHmetro e condutivímetro se mostraram eficazes na sensibilização dos produtores quanto ao uso responsável da água e na integração entre saberes acadêmicos e empíricos. Dessa forma, iniciativas como esta reforçam a importância da extensão universitária no fortalecimento da sustentabilidade no meio rural.

REFERÊNCIAS

- KLOSS, N. Gestão da água e educação ambiental: a experiência do serviço autônomo e água e esgoto—SAAE de Marechal Cândido Rondon-Paraná. Dissertação, **Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Rural Sustentável**—Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2020.
- MEIER, M. A., MAZZARINO, J. M. Avaliação das propostas de educação ambiental voltadas às águas em bacias hidrográficas nas bases de dados EBSCO, DOAJ e SCIELO. **Educação em Revista**, v. 36, p. e217885, 2020.
- MOTHÉ, G. P. B., DE SOUZA, G. R., DE ABREU, M. M., GAMA, J. L., MOTA, G. P., DE FREITAS ALMEIDA, T., & INTORNE, A. C. Compostagem e a educação ambiental: uma ferramenta importante no tratamento de resíduos sólido. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 7, p. 49520-49532, 2020.
- NASCIMENTO, R. C. M., COSTA, C. R., MAGAROTTO, M. G., SILVA-CAVALCANTI, J. S., & COSTA, M. F. Qualidade da água de três estuários tropicais expostos a diferentes níveis de urbanização. **Journal of Integrated Coastal Zone Management**, v. 20, n. 3, 2020.
- QUINELATO, R. V., DA SILVA FARIA, E., DE BRITO, J. M. S., VIRGENS, W. A., & PIRES, L. C. Análise espaço temporal da qualidade da água dos rios Peruípe, Itanhém e Jucuruçu, Bahia. **Scientia Plena**, v. 16, n. 7, 2020.
- VALENTINI, M. H. K., DOS SANTOS, G. B., FRANZ, H. S., DA SILVA, L. A., MACHADO, L. L., DOS SANTOS VIEIRA, D., ... & VIEIRA, B. M. Análise da qualidade da água da Lagoa Mirim através do IQA e de métodos estatísticos. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 12, n. 1, p. 375-384, 2021.

Área: Qualidade da Água

A RESPOSTA DA DIVERSIDADE TAXONÔMICA DE MACROINVERTEBRADOS AO ENRIQUECIMENTO POR NUTRIENTES EM RESERVATÓRIOS DO SEMIÁRIDO

Emanuelle Da Silva Ramos¹; Ludmyla Ferreira de Brito¹; Wilma Izabelly Ananias Gomes²;
Franciely Ferreira Paiva²; Joseline Molozzi²

¹Universidade Estadual da Paraíba, 351 Baraúnas, Bodocongó, Campina Grande-PB, 58429-500, ²Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação (PPGEC), Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Rua Baraúnas, 351- Universitário, Campina Grande- PB.

E-mail do autor correspondente: emanuelle.ramos@aluno.uepb.edu.br

RESUMO: Os reservatórios semiáridos são ecologicamente e socioeconomicamente importantes, garantindo abastecimento, irrigação e manutenção da biodiversidade, mas sofrem impactos antrópicos que elevam as concentrações de fósforo e nitrogênio, acelerando a eutrofização e comprometendo a qualidade da água. O biomonitoramento com macroinvertebrados bentônicos é eficaz, pois esses organismos respondem rapidamente a alterações ambientais. Este estudo avaliou a abundância absoluta e a relação entre riqueza e diversidade taxonômica e o enriquecimento orgânico nos reservatórios de Sumé, Poções e Cordeiro, na Paraíba entre 2014 e 2023. Foram coletados 321.036 indivíduos de 63 táxons, destacando-se *Melanoides tuberculata*, *Goeldichironomus* e *Chironomus*, espécies tolerantes a ambientes impactados. A diversidade de Shannon-Wiener foi menor durante secas, quando fósforo, amônia e nitrato aumentaram devido à redução do volume de água. Riqueza e diversidade apresentaram correlação negativa com os nutrientes, indicando que a eutrofização intensificada pela seca atua como filtro seletivo, favorecendo comunidades homogêneas e evidenciando a necessidade de estratégias de gestão para a conservação da biodiversidade aquática.

Palavras-chave: Biodiversidade; Ecossistemas; Eutrofização; Fauna Bentônica.

INTRODUÇÃO

Os ecossistemas aquáticos apresentam alta biodiversidade e fornecem recursos naturais, incluindo lagoas, rios intermitentes e reservatórios artificiais, que oferecem serviços como irrigação, agricultura e pesca (PAIVA et al., 2023; BARBOSA et al., 2012; AZEVEDO et al., 2017; FERREIRA et al., 2024). No semiárido, os reservatórios são essenciais para o abastecimento hídrico (VAN LANGEN et al., 2021), mas sofrem impactos antrópicos que alteram a qualidade da água e as comunidades macrobentônicas (BARBOSA et al., 2021; PAIVA et al., 2022). O aporte de nutrientes, intensificado por urbanização e agricultura, aceleram o processo de eutrofização e redução da diversidade aquática, sendo fósforo, nitrogênio e clorofila indicadores de enriquecimento orgânico (WANG et al., 2021; ZHANG et al., 2023). Embora o aumento de nutrientes estimule a produtividade primária, níveis elevados

favorecem o fitoplâncton e reduzem a dos bentos (VASCONCELOS et al., 2019; VESTERINEN et al., 2022). O biomonitoramento com macroinvertebrados bentônicos é eficaz para avaliar a qualidade da água e alterações ambientais, refletindo as condições ecológicas locais (JOVEM-AZEVÊDO et al., 2019; BARBIERE, 2022). Este estudo analisou como riqueza e diversidade taxonômica de macroinvertebrados bentônicos respondem ao enriquecimento orgânico, testando a hipótese de relação negativa entre diversidade e nutrientes devido à dominância de táxons resistentes em ambientes eutrofizados.

METODOLOGIA

Área de Estudo

Este estudo foi realizado nos reservatórios de Sumé, Poções e Cordeiro situado na bacia hidrográfica do rio Paraíba e localizado no estado da Paraíba, no nordeste brasileiro. Esses reservatórios estão localizados em uma área classificada com BSh (semiárido seco), tendo como temperatura máxima variando entre 28° e 31 °C e a temperatura mínima variando de 18° a 22 °C. As precipitações mantiveram-se abaixo da média durante os meses de 2012 a 2017, configurado como o período da seca extrema. Devido ao período de seca prolongada, o reservatório de Poções está recebendo água da transposição do rio São Francisco, desde o ano de 2017 (BARBOSA et al., 2021). As coletas foram realizadas em junho/2014, março/2015, setembro/2019, maio/2022 e junho/2023 nos reservatórios de Sumé, Poções e Cordeiro. No qual foi mensurado 15 pontos amostrais equidistantes coletados na região litorânea de cada reservatório, delimitados via imagens de satélites e coordenadas geográficas para melhor visualização durante a amostragem temporal.

Amostragem e processamento das amostras

Em cada ponto amostral foram coletadas amostras de sedimentos usando uma draga Eckman-Birge (225cm²) para determinação da comunidade macrobentônica, todas as amostras foram armazenadas em sacos plásticos com álcool 70% para preservação. As amostras foram lavadas utilizando uma peneira de malha de 0,5 mm, os macroinvertebrados bentônicos foram separados e fixados em álcool a 70%. Os organismos foram identificados até o nível de gênero para Chironomidae e de família para Insecta, Decapoda e Moluscos (MUGNAI, NESSIMIAN E BAPTISTA, 2010; TRIVINHO-STRIXINO, 2011). Para análise física e química, foi coletado 1 L de água na subsuperfície em cada ponto amostral, determinando-se fósforo total (PT µg/L), amônia (NH4+µg/L), nitrato (NO3- µg/L), nitrito (NO2-µg/L), fosfato reativo solúvel (SRP µg/L) e Clorofila-a (Chl-a) (Apha, 2012).

Análise de dados

A caracterização da fauna foi realizada com base na abundância absoluta e na riqueza dos organismos. A diversidade dos macroinvertebrados bentônicos foi avaliada pelo índice de Shannon-Wiener (H') (SHANNON & WEAVER, 1949), que considera a abundância relativa e a uniformidade das espécies (STRONG, 2016). Para analisar a influência das variáveis físicas e químicas da água (clorofila-a, NO_2^- , NO_3^- , NH_4^+ , SRP e fósforo total) sobre a riqueza e a diversidade, aplicaram-se testes de correlação de Spearman. A força da associação foi interpretada pelo coeficiente de correlação (r) e a significância estatística pelo valor de p ($p < 0,05$). Gráficos de dispersão com linha de tendência foram elaborados no pacote ggplot2, e todas as análises foram realizadas no programa RStudio.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas amostras de macroinvertebrados bentônicos foram registrados 321.036 indivíduos de 63 táxons. A espécie *Melanoides tuberculata* (MÜLLER, 1774) foi dominante (66,83%), seguida pelos gêneros *Goeldichironomus* (4,98%) e *Chironomus* (1,43%), apresentando alta abundância em todos os reservatórios: Cordeiro (37,97%), Sumé (30,25%) e Poções (27,77%). Essa espécie é invasora no semiárido, favorecida por alta reprodução e tolerância a condições extremas, podendo excluir espécies nativas e introduzir parasitos (AZEVEDO et al., 2023; PAIVA et al., 2018). O índice de diversidade de Shannon-Wiener (H') variou entre os anos: 2014 registrou-se baixa diversidade ($H = 0,20$), em 2019 houve aumento ($H = \text{até } 0,812$) e em 2022–2023 houve nova redução, com Poções mantendo valores mais altos ($H = 0,766$). Secas prolongadas reduziram o volume e a qualidade da água, impactando a diversidade dos macroinvertebrados (JOVEM-AZEVEDO et al., 2019). As médias de nutrientes foram fósforo (89,90 µg/L), amônia (32,70 µg/L) e nitrato (30,24 µg/L), com picos em anos secos, indicando acúmulo de nutrientes e intensificação da eutrofização nos reservatórios (MEDEIROS et al., 2025).

A riqueza taxonômica apresentou correlação negativa com a clorofila-*a*, nitrito, nitrato, amônia, fosfato reativo solúvel e fósforo total (figura 1). Para o índice de diversidade de Shannon-Wiener, os nutrientes que demonstraram uma correlação negativa significativa foram nitrito, amônia e fosfato reativo solúvel (figura 2). Dessa maneira, as concentrações de nutrientes demonstraram um efeito negativo com a riqueza e diversidade de Shannon-Wiener dos macroinvertebrados bentônicos. Essa diminuição da riqueza dos macroinvertebrados bentônicos tem relação com a perda de qualidade da água e o aumento das variáveis físicas e químicas (clorofila-*a*, NO₂⁻, NO₃⁻, NH₄⁺, SRP e fósforo total). Com isso, a relação negativa entre o fósforo e a riqueza de macroinvertebrados bentônicos reforça a dominância de organismos mais resistentes e indicadores de locais impactados (AZEVEDO et al., 2017; TABORDA et al., 2022). A redução da riqueza da macrofauna bentônica com o aumento da clorofila-*a* pode estar diretamente conectado à influência do fitoplâncton, que poderá aumentar a turbidez e reduzir os teores de oxigênio na água, resultando em um estresse ambiental para os organismos (MEDEIROS et al., 2025). Diante disso, essas informações ressaltam a necessidade de ações de manejo voltadas à mitigação da eutrofização e auxílio na gestão, possibilitando a conservação desses ecossistemas aquáticos.

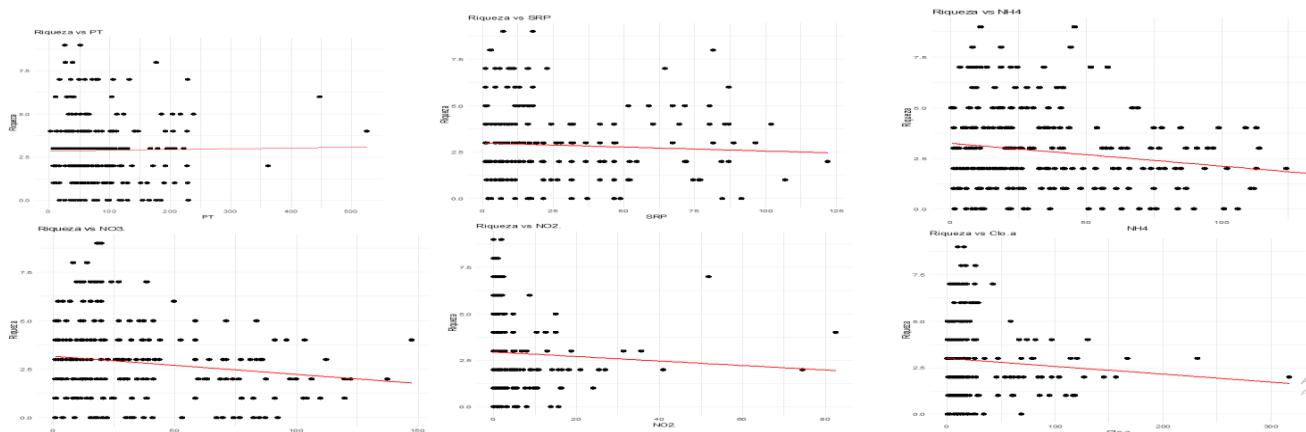


Figura 1 - Correlação entre a riqueza e as variáveis físicas e químicas (nitrato, nitrito, clorofila-*a*, amônia, fosfato reativo solúvel e fósforo) nos reservatórios de Cordeiro, Sumé e Poções.

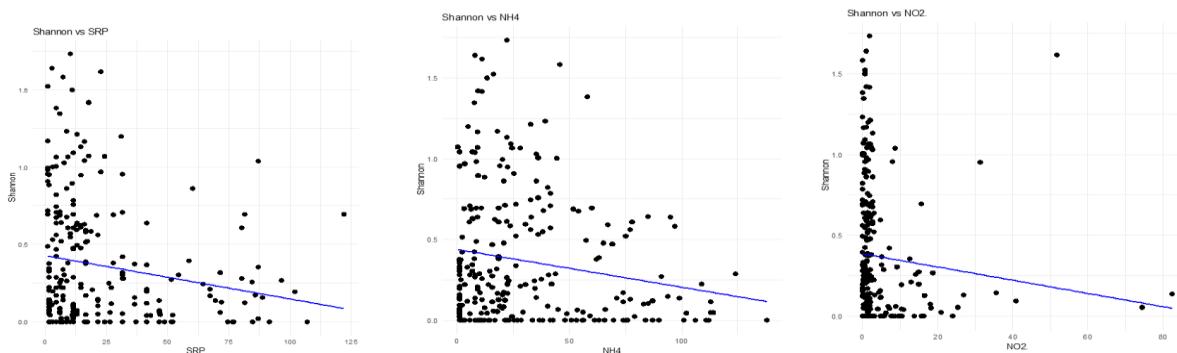


Figura 2 - Correlação entre a diversidade de Shannon-Wiener e as variáveis físicas e químicas (amônia, nitrito e fosfato reativo solúvel) nos reservatórios de Cordeiro, Sumé e Poções.

CONCLUSÕES

Este estudo aborda a relação entre o aumento de nutrientes e a diminuição da diversidade de macroinvertebrados bentônicos em reservatórios do semiárido brasileiro. A pesquisa confirmou a hipótese de que altas concentrações de nutrientes, intensificadas por períodos de seca, reduzem a qualidade da água, atuando como um “filtro seletivo” que favorece a proliferação de espécies mais resistentes e generalistas, como *M. tuberculata*, *Goeldichironomus* e *Chironomus*. Esse processo leva à diminuição das comunidades, a dominância de gêneros indicadores de impacto. Os resultados reforçam a necessidade urgente de ações de manejo e conservação para mitigar a eutrofização e proteger a biodiversidade aquática desses ecossistemas cruciais.

REFERÊNCIAS

- AZÉVEDO, E. DE L. et al. Application of a statistical model for the assessment of environmental quality in neotropical semiarid reservoirs. Environmental monitoring and assessment, v. 189, n. 2, 2017.
- BARBIERE, F. C. Os macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores para avaliar a qualidade ambiental da água. 2022.
- BARBOSA, J. E. DE L. et al. Aquatic systems in semi-arid Brazil: limnology and management. Acta Limnologica Brasiliensia, v. 24, n. 1, p. 103–118, 2012.
- Barbosa, J. E. L. et al. Impacts of inter-basin water transfer on the water quality of receiving reservoirs in a tropical semiarid region. Hydrobiologia, v. 848, p. 651-673, 2021. EVERALL, N. C. et al. Macroinvertebrate community structure as an indicator of phosphorus enrichment in rivers. Ecological indicators, v. 107, n. 105619, p. 105619, 2019.
- JOVEM-AZEVEDO, D. et al. Dipteran assemblages as functional indicators of extreme droughts. Journal of arid environments, v. 164, p. 12–22, 2019.
- KLIPPEL, G.; MACÊDO, R. L.; BRANCO, C. W. C. Comparison of different trophic state indices applied to tropical reservoirs. Lakes and reservoirs, v. 25, n. 2, p. 214–229, 2020.

PAIVA, F. F. et al. Functional Threshold Responses of Benthic Macroinvertebrates to Environmental Stressors in Reservoirs. SSRN Electronic Journal, v. 329, n. November 2022, p. 116970, 2022.

PAIVA, F. F. et al. Functional threshold responses of benthic macroinvertebrates to environmental stressors in reservoirs. Journal of environmental management, v. 329, n. 116970, p. 116970, 2023.

VAN LANGEN, S. C. H. et al. Effect of a reservoir network on drought propagation in a semiarid catchment in Brazil. Hydrological Sciences Journal, v. 66, n. 10, p. 1567–1583, 2021.

Área: Ecologia

ABORDAGEM FUNCIONAL DE CIANOBACTÉRIAS NA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE RESERVATÓRIOS DO SEMIÁRIDO

Aluska Ramos de Souza¹; Wallisson Alves Costa¹; Sabrina Maria de Souza Costa¹; Camila Ferreira Mendes²; José Etham de Lucena Barbosa³

¹ Graduação em ciências biológicas, Departamento de Biologia, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande-PB, 58429- 500; aluska.souza@aluno.uepb.edu.br

² Doutora em engenharia ambiental, Departamento de Biologia, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande-PB, 58429-500;

³ Professor do Departamento de Biologia e do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação; Universidade Estadual da Paraíba; Campina Grande, PB; 58429-500;

RESUMO: Este estudo avaliou a qualidade da água dos reservatórios Camalaú e Epitácio Pessoa, na Paraíba, por meio da análise de grupos funcionais de cianobactérias e do Índice de Estado Trófico (IET). As amostragens foram realizadas em quatro meses entre 2022 e 2023, com análises físico-químicas e biológicas. O IET indicou predominância de condições eutróficas, com Camalaú registrando picos hipereutróficos, enquanto Epitácio Pessoa manteve-se eutrófico ao longo do período. Foram identificados 20 táxons de cianobactérias distribuídos em seis grupos funcionais: H1, K, Sn, S1, M e Lo. Em Camalaú, o grupo S1, representado por *Aphanizomenon gracile*, dominou nos períodos de maior eutrofização. Em Epitácio Pessoa, houve predominância do grupo Sn, com *Raphidiopsis raciborskii*, espécie típica de ambientes tropicais eutróficos. No último mês, observou-se redução do grupo Sn e aumento dos grupos H1 e S1. Esses resultados evidenciam que os grupos funcionais refletem variações tróficas e hidrológicas, sendo ferramentas eficazes para monitoramento ecológico e diagnóstico da qualidade da água.

Palavras-chave: Cyanobacteria; Fitoplâncton; Grupo funcional; Índice de estado trófico.

INTRODUÇÃO

A classificação dos organismos em grupos funcionais representa uma ferramenta essencial para compreender a dinâmica ecológica e, no caso de reservatórios de água, também a qualidade da água. Quando utilizados na classificação das cianobactérias, constituem grupos com características fisiológicas diversas como flutuação, formação de colônias ou filamentos, fixação de nitrogênio por algumas espécies, presença de mucilagem, aerótopos e acinetos (REYNOLD et al., 2002). A dominância de determinados grupos funcionais pode nos dar indicativos da qualidade da água desses reservatórios, pois os grupos estão intimamente relacionados à fatores como o estado trófico e condições hidrológicas, assim, esses organismos podem responder com aumentos de biomassa e alterações na composição da comunidade, (OLIVEIRA et al., 2024; LIN et al., 2022; OSTI et al., 2024).

Para avaliar o grau de eutrofização de corpos d'água, o Índice de Estado Trófico (IET) representa uma ferramenta prática amplamente utilizada. Esse índice associa parâmetros como fósforo total, clorofila-a e transparência da água, permitindo classificar o grau de enriquecimento e produtividade do sistema aquático, valores elevados de (IET) indicam maior disponibilidade de nutrientes, aumento da biomassa de algas e redução da transparência da água, o que possibilita inferir objetivamente o estado trófico e a saúde do ecossistema (CARLSON, 1977; WATER, 2021).

O uso conjunto de indicadores biológicos como os grupos funcionais de cianobactérias e indicadores físico-químicos como fósforo, clorofila-a, transparência (IET) oferece uma visão mais completa da qualidade da água e permite compreender de forma mais robusta a dinâmica ecológica dos reservatórios. Portanto, este estudo tem como objetivo avaliar a qualidade da água a partir das respostas dos grupos funcionais ao índice de estado trófico.

METODOLOGIA

Caracterização da área de estudo

O estudo foi realizado no reservatório de Camalaú e Epitácio Pessoa (também denominado Boqueirão), inseridos na bacia do Rio Paraíba do Norte ($6^{\circ}51'31''$ e $8^{\circ}26'21''$; $34^{\circ}48'35''$ e $37^{\circ}2'15''$), estado da Paraíba, Brasil. Esses sistemas aquáticos são de grande importância, uma vez que dentre seus usos múltiplos, estão o abastecimento público, irrigação, atividades agrícolas, pecuárias e recreação.

Amostragens e variáveis ambientais

As coletas foram realizadas em maio e novembro de 2022, e junho e novembro de 2023, sendo três pontos por coletas (P1, P2 e P3). Foi utilizado disco de Secchi para mensurar a transparência (m) da coluna de água. Para a análise das concentrações de nutrientes e clorofila-a, amostras de 500 mL de água foram coletadas e armazenadas em frascos plásticos, acondicionadas em caixas térmicas e conduzidas ao laboratório para mensuração das concentrações de fósforo reativo solúvel (SRP; $\mu\text{g L}^{-1}$) e fósforo total ($\mu\text{g L}^{-1}$), de acordo com as técnicas descritas em APHA (2012).

Coleta e análise da comunidade fitoplânctônica

O fitoplâncton para análise quantitativa foi coletado diretamente na subsuperfície da água em garrafas de (100mL), em seguida o material foi fixado com lugol a 1%. As amostras foram analisadas através do método de contagem em câmara de sedimentação (Uthermöhl, 1958) com auxílio de microscópio invertido com o aumento de 400x (Zeizz Axiovert). O

biovolume ($\text{mm}^3 \text{ L}^{-1}$) foi estimado conforme Hillebrand et al. (1999) e posteriormente convertido em biomassa (mg L^{-1}) segundo Wetzel & Likens (2000).

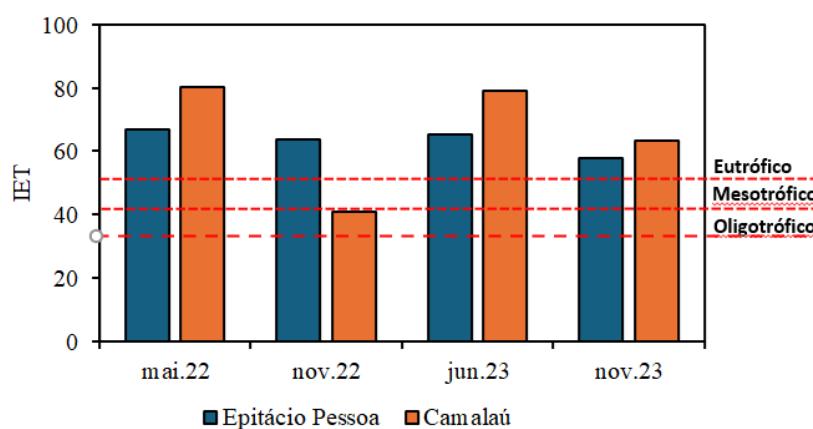
Análises dos dados

Para classificar os reservatórios a partir do nível trófico, foi utilizado o Índice de Estado Trófico (IET) de Carlson (1977) modificado por Toledo Jr (1990), levando em consideração os valores de fósforo total, clorofila-a, transparência de Secchi e fósforo solúvel reativo. A classificação à nível de estado trófico considerou os valores de $\text{IET} \leq 24$ como reservatório ultraoligotrófico, $24 < \text{IET} \leq 44$ oligotrófico, mesotrófico com $44 < \text{IET} \leq 54$, eutrófico quando $54 < \text{IET} \leq 74$ e hipereutrófico se superior a 74. A classificação dos táxons em grupos funcionais se deu baseada em suas características fisiológicas, usando como bases a literatura de Reynolds, et al. (2002), complementada por Padisák, et al. (2009) e Abonyi et al. (2020).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O IET variou entre os reservatórios e o reservatório Camalaú apresentou os maiores valores, sendo classificado sempre acima do nível eutrófico, com exceção do mês de novembro de 2022 (Figura 1). No mês de maio 2022, o reservatório Camalaú esteve hipereutrófico, condição essa que pode elevar o risco de episódios de florações de cianobactérias (YU et al., 2022) e comprometer a qualidade da água. O reservatório Epitácio Pessoa foi classificado como eutrófico em todos os meses analisados.

Figura 1. Índice de Estado Trófico (IET): Gráfico do índice de Estado Trófico (IET) nos meses e anos de 2022 e 2023.

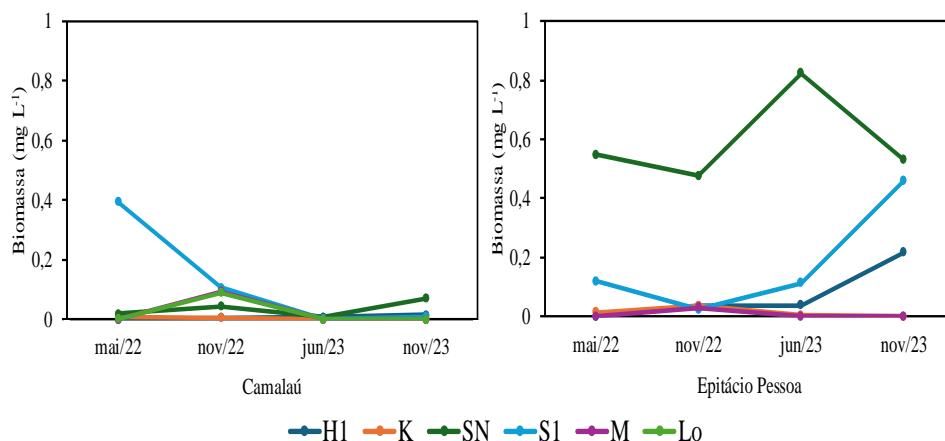


Foram encontrados 20 táxons de cianobactérias nos reservatórios estudados, que foram classificados em seis grupos funcionais: H1, K, Sn, S1, M e Lo. Em Epitácio Pessoa, os grupos funcionais com o maior número de espécies foram o K e S1 com 5 espécies em ambos. O grupo K tem representantes pequenos e coloniais e toleram ph alto, e os representantes do grupo S1 formam filamentos e toleram baixa incidência de luz (REYNOLDS et al., 2002). No reservatório Camaláu também foram registrados os grupos K e S1 com 5 espécies, além do

grupo H1, com 4 espécies, caracterizadas como formas filamentosas que toleram déficit de nitrogênio e de carbono (REYNOLDS et al., 2002).

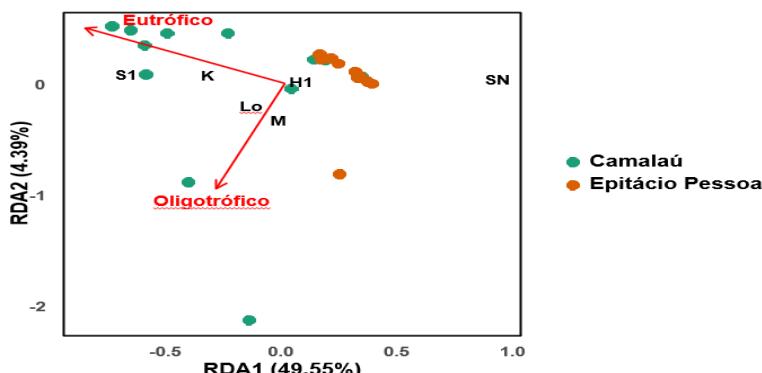
A biomassa dos grupos variou tanto entre os meses quanto nos reservatórios. Em Camalaú, observou-se dominância do grupo funcional S1, representada por *Aphanizomenon gracile*, no mês de maio de 2022, período em que o reservatório atingiu o estado supereutrófico, sendo, inclusive a maior biomassa registrada durante o estudo (Figura 2). No mês seguinte, novembro de 2022, houve aumento da biomassa de outros grupos funcionais, que pode ser resultado do mês com menor IET. Epitácio Pessoa apresentou dominância do grupo Sn, representado unicamente pela espécie *Raphidiopsis Raciborskii*, durante a maioria do período analisado, com pico em junho de 2023. Essa espécie é descrita por sua capacidade de se adaptar a diferentes condições ambientais, especialmente em sistemas tropicais sujeitos à variação de nutrientes e temperatura (OLIVEIRA et al., 2020). Entretanto no último mês é observada uma queda do mesmo, e o aumento da biomassa dos grupos H1 e S1, representados por *Aphanizomenon gracile* e *Psedanabaena galeata* respectivamente.

Figura 2. Biomassa dos grupos funcionais: Média de cada grupo funcional nos três pontos da superfície (p1, p2 e p3) em cada coleta no reservatório Camalaú e Epitácio pessoa.



A análise de redundância (RDA) mostrou que o reservatório de Camalaú esteve mais relacionado a condições eutróficas, consequentemente ficou mais próximo dos grupos de cianobactérias (figura 3). Já Epitácio Pessoa ficou mais estável ficando no meio do gráfico, sendo menos influenciado pelos nutrientes e os grupos. Isso ressalta que a variação da qualidade da água influencia diretamente os grupos em cada ambiente.

Figura 3. Análise de redundância (RDA) Biomassa dos grupos funcionais: Média de cada grupo funcional nos três pontos da superfície (p1, p2 e p3) em cada coleta no reservatório Camalaú e Epitácio Pessoa.



CONCLUSÕES

Os resultados evidenciam a relação entre os grupos funcionais de cianobactérias e a qualidade de água dos reservatórios. Foi possível observar, então, a sensibilidade das comunidades às variações ambientais. Assim, a presença constante desses organismos destaca a necessidade de monitoramento contínuo para orientar ações de preservação da qualidade de água.

REFERÊNCIAS

- ABONYI, A. et al. Functional phytoplankton classification of large rivers: A framework for ecological status assessment. *Ecological Indicators*, v. 112, p. 106–120, 2020.
- CARLSON, R. E. A trophic state index for lakes. *Limnology and Oceanography*, v. 22, n. 2, p. 361–369, 1977.
- LIN, Q. et al. Cyanobacterial functional traits reveal ecological responses to eutrophication and hydrological conditions. *Science of the Total Environment*, v. 846, p. 157502, 2022.
- OLIVEIRA, H. S. B. et al. Dynamics of cyanobacterial blooms in tropical reservoirs: Environmental drivers and ecological implications. *Acta Limnologica Brasiliensis*, v. 32, p. e27, 2020.
- OLIVEIRA, H. S. B. et al. Functional classification of cyanobacteria as indicators of water quality in tropical reservoirs. *Environmental Monitoring and Assessment*, v. 196, p. 222–237, 2024.
- OSTI, A. et al. Functional diversity and environmental filters structuring cyanobacterial communities in freshwater reservoirs. *Hydrobiologia*, v. 851, n. 3, p. 987–1002, 2024.
- PADISÁK, J.; CROSSETTI, L. O.; NASELLI-FLORES, L. Use and misuse in the application of the phytoplankton functional classification: A critical review with updates. *Hydrobiologia*, v. 621, n. 1, p. 1–19, 2009.
- REYNOLDS, C. S. et al. Towards a functional classification of the freshwater phytoplankton. *Journal of Plankton Research*, v. 24, n. 5, p. 417–428, 2002.
- TOLEDO JUNIOR, A. P. de et al. Índices de estado trófico em reservatórios: Estudos de caso. *Revista Brasileira de Engenharia*, v. 8, n. 2, p. 35–42, 1990.
- WATER, G. B. Application of trophic state index for water quality assessment in freshwater ecosystems. *Water Research Journal*, v. 15, n. 3, p. 44–57, 2021.
- WETZEL, R. G.; LIKENS, G. E. *Limnological Analyses*. 3. ed. New York: Springer, 2000.
- YU, G. et al. Eutrophication and cyanobacterial bloom risk assessment in subtropical reservoirs under changing climatic conditions. *Environmental Science and Pollution Research*, v. 29, p. 31240–31255, 2022.

Área: Monitoramento e instrumentação de barragens

ANÁLISE DA CATEGORIA DE RISCO DE BARRAGENS POR TIPO DE MATERIAL DA SUA CONSTRUÇÃO NO BRASIL

Daniel Conceição do Nascimento¹; Wesley Devison Melo Xavier²; Iago Nogueira Pessoa³

¹Departamento de Engenharia Civil e Ambiental , Universidade Federal da Paraíba , Campus I Lot. Cidade Universitária, PB, 58051-900,daniel.conceicao@academico.ufpb.br

²Departamento de Engenharia Civil e Ambiental , Universidade Federal da Paraíba , Campus I Lot. Cidade Universitária, PB, 58051-900,wesley.devison@academico.ufpb.br

³Departamento de Engenharia Civil e Ambiental , Universidade Federal da Paraíba , Campus I Lot. Cidade Universitária, PB, 58051-900,iago.nogueira@academico.ufpb.br

E-mail do autor correspondente: daniel.conceicao@academico.ufpb.br

RESUMO : O presente artigo realiza uma análise exploratória das barragens cadastradas no Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB), abrangendo todo o território brasileiro, com o objetivo de avaliar a relação entre o tipo de material construtivo e a categoria de risco das estruturas. Durante o estudo, constatou-se uma quantidade expressiva de registros incompletos, especialmente quanto ao material de construção e à classificação de risco, evidenciando a necessidade de aperfeiçoamento e atualização dos dados para viabilizar avaliações mais precisas. Os resultados indicam a predominância de barragens de terra, que correspondem à maior parcela das estruturas cadastradas, além de revelar uma distribuição diferenciada entre categorias de risco, com maior concentração de alto risco em regiões específicas. Conclui-se que a melhoria na gestão e na completude das informações do SNISB é fundamental para subsidiar o monitoramento, fiscalização e planejamento de medidas preventivas, contribuindo para a segurança das barragens e a proteção das populações e ecossistemas potencialmente afetados no Brasil.

Palavras-chave: Barragens; Categoria de risco; Tipo de material; Segurança de Barragens; SNISB.

INTRODUÇÃO

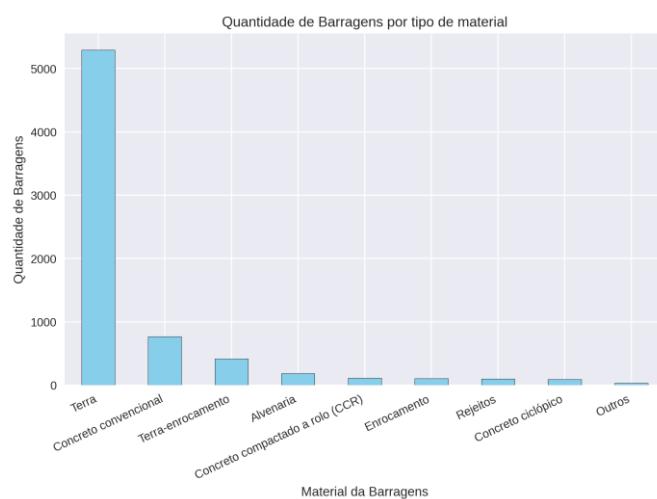
Historicamente, as barragens têm desempenhado um papel fundamental na sociedade, evitando inundações, permitindo a irrigação de lavouras, gerando energia hidroelétrica, fornecendo água para consumo humano, facilitando a navegação interior e criando reservatórios utilizados por milhões de pessoas em atividades recreativas. A vida moderna seria significativamente diferente sem essas estruturas. Embora a maioria das barragens seja projetada para uma única finalidade, observa-se um número crescente de barragens de usos múltiplos (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2014). Segundo o ICOLD, a taxa de rompimento de barragens de terra e de enrocamento é cerca de 70% maior do que a de barragens de concreto de gravidade. Esse dado se deve, em parte, ao fato de que existem muito mais barragens de terra e enrocamento do que de concreto (ANA, 2014). O crescimento no número

de barragens, aliado à ocorrência de acidentes recentes, evidencia a necessidade de aperfeiçoar o monitoramento e a avaliação de risco dessas estruturas. Nesse contexto, o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB) foi instituído pela Lei nº 12.334/2010, que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB). Coordenado pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), o SNISB tem como objetivo reunir, sistematizar e disponibilizar informações sobre as barragens brasileiras, subsidiando ações de fiscalização, monitoramento e gestão de riscos (ANA, 2025).

METODOLOGIA

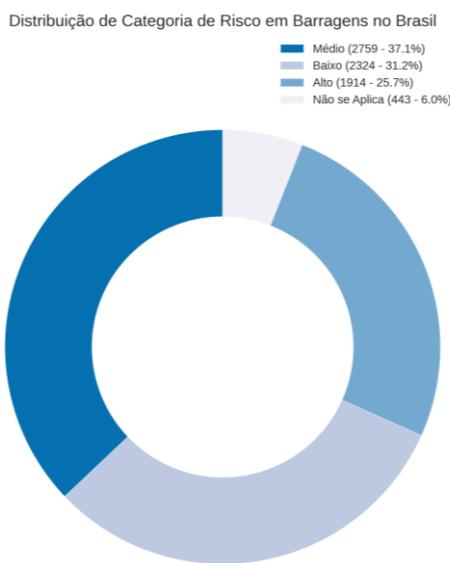
A base de dados utilizada neste estudo foi obtida a partir do Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB), o qual possui 30.259 barragens cadastradas. Entretanto, aproximadamente 16.900 registros não apresentam informações referentes à categoria de risco, motivo pelo qual foi realizada uma filtragem dos dados, considerando apenas as barragens com informações completas sobre o material de construção e a categoria de risco. Após esse processo, a amostra foi reduzida para 7.081 barragens, conforme ilustrado nas Figuras 1 e 2. Com essa base depurada, foi possível cruzar as informações por meio de gráficos de barras e mapas de calor, possibilitando a análise da relação entre o tipo de material construtivo e a categoria de risco das barragens. Por fim, empregando técnicas de geoprocessamento, realizou-se a espacialização das barragens no território brasileiro, permitindo visualizar sua distribuição e identificar padrões regionais de risco.

Figura 1. Quantidade de Barragens por tipo de material no Brasil



Fonte: Autores(2025)

Figura 2. Distribuição de Barragens por Categoria de Risco no Brasil

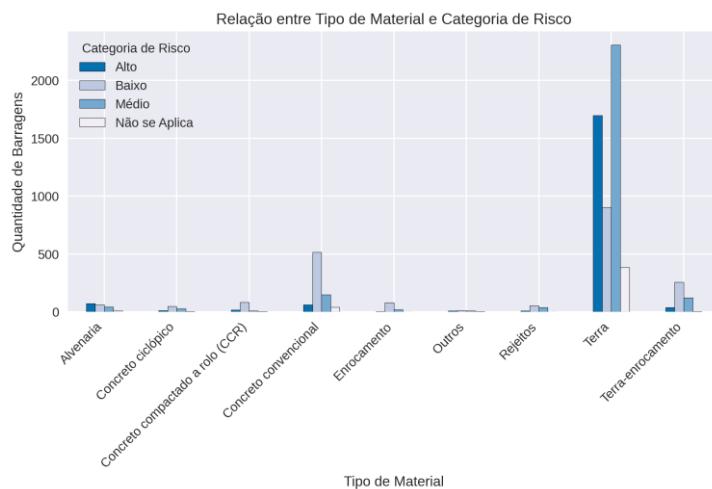


Fonte: Autores (2025)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

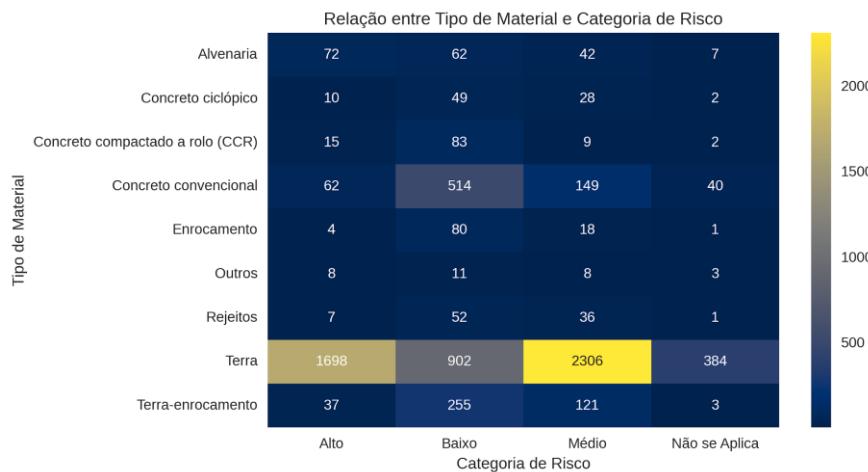
A análise dos dados revelou que aproximadamente 74,7% das barragens cadastradas no Brasil são construídas em terra, o que demonstra a predominância desse tipo de material nas estruturas de contenção do país. Observa-se ainda que as barragens de terra concentram o maior número de empreendimentos classificados com categoria de risco alto (1.698 barragens) e risco médio (2.306 barragens), conforme ilustrado nas Figuras 3 e 4. Esse resultado evidencia a necessidade de atenção especial a esse tipo construtivo, uma vez que, apesar de amplamente utilizado, pode apresentar maior vulnerabilidade em termos de segurança quando não há manutenção e monitoramento adequados.

Figura 3. Relação entre o tipo de material e categoria de risco.



Fonte: Autores (2025)

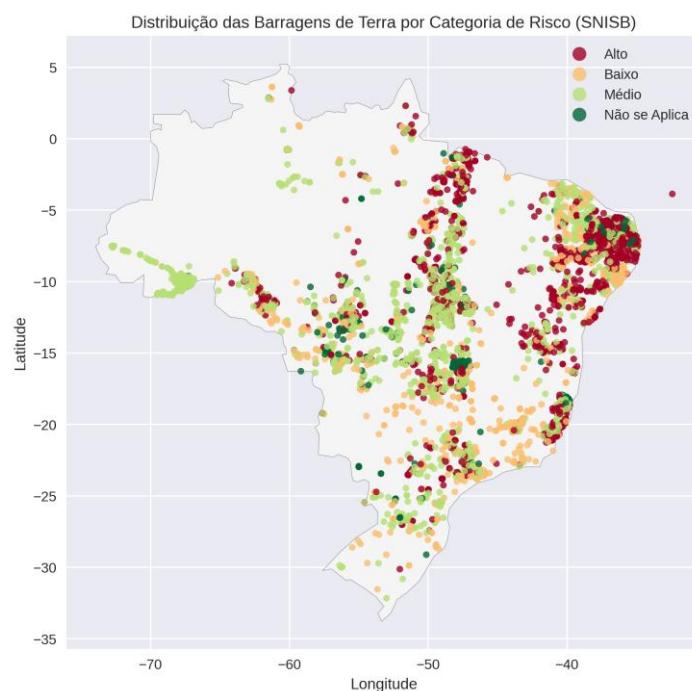
Figura 4. Mapa de Calor de Tipo de material x Categoria de risco



Fonte: Autores (2025)

Dessa forma, com base nos dados supracitados, foi possível representar a distribuição espacial das barragens analisadas como ilustrado na Figura 5. Ressalta-se que a análise priorizou as barragens de terra, uma vez que essas correspondem à maior parcela do total e, além disso, apresentam os maiores índices de risco, conforme identificado na avaliação realizada.

Figura 5. Espacialização das Barragens de Terra no Brasil



Fonte: Autores (2025)

CONCLUSÕES

A análise dos dados do Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB) permitiu traçar um panorama das condições das barragens cadastradas no Brasil. Apesar da expressiva quantidade de registros sem informações completas, o que representa uma lacuna relevante nos dados nacionais, foi possível identificar padrões significativos. A espacialização demonstrou que a maior concentração de barragens de terra ocorre na região Nordeste, onde também se verifica o maior número de estruturas classificadas como de alto risco. Os resultados reforçam a necessidade de aperfeiçoar o monitoramento e a gestão das informações no SNISB, com foco na completude e atualização dos dados cadastrais. Tais medidas são essenciais para uma avaliação mais precisa dos riscos e para o planejamento de ações preventivas, contribuindo para a segurança das populações e dos ecossistemas potencialmente impactados.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Agência Nacional de Águas – ANA. *Produto 03 – 2013: Classificação de barragens: melhores práticas nacionais e internacionais*. Brasília: ANA, 2014.
- BRASIL. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA. *Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens – SNISB*. Brasília: ANA, 2025.
- ICOLD – INTERNATIONAL COMMISSION ON LARGE DAMS. Paris: ICOLD, 2014.

Área: Projeto e construção de barragens seguras

ANÁLISE DE GEOMETRIAS SEGURAS EM BARRAGENS DE TERRA POR SIMULAÇÃO NUMÉRICA GEOTÉCNICA VIA ADONIS

Wesley Devison Melo Xavier¹; Daniel Conceição do Nascimento²; Iago Nogueira Pessoa³.

¹Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal da Paraíba, Campus I Lot. Cidade Universitária, PB, 58051-900, wesley.devison@academico.ufpb.br

²Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal da Paraíba, Campus I Lot. Cidade Universitária, PB, 58051-900, daniel.conceicao@academico.ufpb.br

³Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal da Paraíba, Campus I Lot. Cidade Universitária, PB, 58051-900, iago.nogueira@academico.ufpb.br

E-mail do autor correspondente: wesley.devison@academico.ufpb.br

RESUMO: A estabilidade de barragens de terra é diretamente influenciada por sua geometria. A definição de taludes e crista controla o comportamento da barragem, sendo um passo essencial para um projeto seguro. Este trabalho avalia o impacto de parâmetros geométricos na estabilidade de uma barragem de terra, utilizando o Método dos Elementos Finitos (MEF) implementado no software ADONIS. Foi desenvolvido um modelo bidimensional de referência e, subsequentemente, realizada uma análise paramétrica variando-se o ângulo do talude de jusante e a largura da crista. A metodologia focou na análise dos campos de tensão de cisalhamento (S_{xy}), que estão intrinsecamente ligados ao Fator de Segurança (FS). Os resultados, que serão detalhados neste artigo, quantificam como alterações na geometria modificam a distribuição das tensões internas e, consequentemente, a estabilidade global da própria barragem. O estudo reforça a simulação numérica MEF como uma ferramenta indispensável para a otimização de geometrias seguras em projetos de barragens.

Palavras-chave: Simulação Numérica, ADONIS, Método dos Elementos Finitos, Segurança de Barragens, Geometria.

INTRODUÇÃO

A segurança de barragens é um pilar da engenharia geotécnica, e a estabilidade de estruturas de terra é ditada por suas propriedades de materiais, condições de fluxo e, de forma determinante, sua geometria (SHI et al., 2021). A definição de ângulos de talude e largura da crista não é apenas uma decisão de projeto, mas o principal fator de controle da estabilidade. Estudos demonstram que a geometria influencia diretamente tanto a estabilidade estática quanto os mecanismos de ruptura (ZHANG et al., 2023; LI et al., 2020; KUO et al., 2011).

Enquanto os Métodos de Equilíbrio Limite (LEM) são tradicionais, eles simplificam o maciço e não informam sobre tensões ou deformações. A evolução computacional permitiu a aplicação de métodos numéricos mais sofisticados, como o Método dos Elementos Finitos (MEF), implementado no software ADONIS (GEOWIZARD, 2024). O MEF modela o maciço geotécnico como um contínuo (malha e nós), permitindo a análise detalhada das tensões e a

captura de mecanismos de falha. O objetivo deste trabalho é avaliar, via simulação numérica MEF, a influência de parâmetros geométricos (talude de jusante e largura da crista) no campo de tensões de cisalhamento global de uma barragem de terra, quantificando o impacto de cada parâmetro no projeto de geometrias seguras.

METODOLOGIA

A metodologia adotada para atingir os objetivos propostos foi a análise paramétrica da estabilidade de uma seção de barragem de terra através do software de elementos discretos ADONIS (GEOWIZARD, 2024). Utilizou-se de gráficos de tensões de cisalhamento para se observar como a barragem se comportava diante da variação de certos parâmetros.

Inicialmente, estabeleceu-se um modelo de referência bidimensional. O modelo é composto por um maciço de barragem (areia argilosa) e um estrato de fundação (areia com pedregulho), ambos discretizados em malha de elementos finitos. As propriedades geotécnicas adotadas para os materiais, usando o modelo constitutivo de Mohr-Coulomb, estão dispostas na Tabela 1.

Materiais	Peso Específico (kN/m ³)	Módulo de Young (MPa)	Ângulo de atrito	Coesão (kPa)	Coeficiente de Poisson
Areia argilosa	18	29,15	32	47	0,4
Areia com pedregulho	18	32,01	36	50	0,4

Tabela 1: Propriedades geotécnicas

Fonte: Autores (2025)

Para a barragem foi adotado o material de areia argilosa e para fundação foi adotado a areia com pedregulho, valores são sintéticos.

A geometria de referência adotada foi: Altura (H): 25 m, Largura da Crista (Wc): 8 m, Talude de Montante: 1V:2.5H e Talude de Jusante: 1V:2.0H.

As condições de contorno do modelo consistiram em restringir o movimento nas laterais e na base da fundação. O carregamento inicial foi aplicado apenas pelo peso próprio (análise gravitacional). Para esta geometria base, foram analisadas as tensões de cisalhamento.

Análise Paramétrica (Cenários Simulados)

A partir do modelo de referência, foram realizadas análises paramétricas alterando-se um parâmetro geométrico de cada vez, mantendo os demais constantes. O impacto na distribuição de tensões de cisalhamento e no FS global foi registrado.

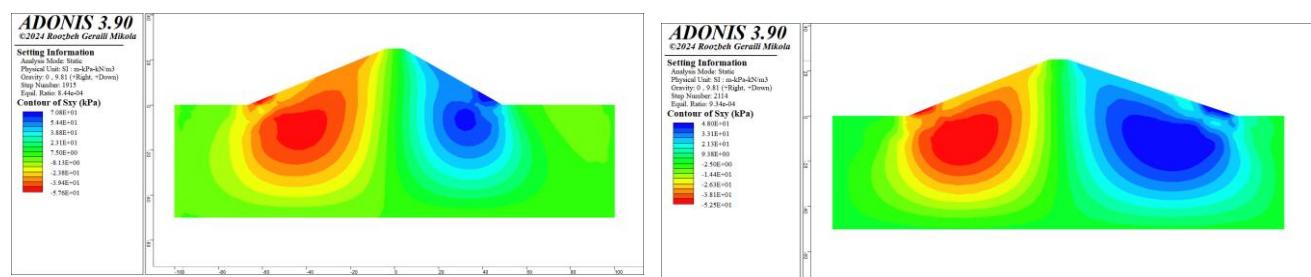
Cenário 1: Influência do Ângulo do Talude de Jusante: Mantendo $H=25m$ e $W_c=8m$, o talude de jusante foi variado entre 1V:1.8H (mais íngreme) e 1V:3.0H (mais suave).

Cenário 2: Influência da Largura da Crista: Mantendo $H=25m$ e os taludes de referência (1:2.5/1:2.0), a largura da crista foi variada (ex: 5 m, 8 m e 12 m).

Para cada modelo simulado, a distribuição de tensão de cisalhamento (S_{xy}) foi analisada e a superfície de ruptura crítica foi mapeada através das zonas de falha cisalhante obtidas pelo software.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

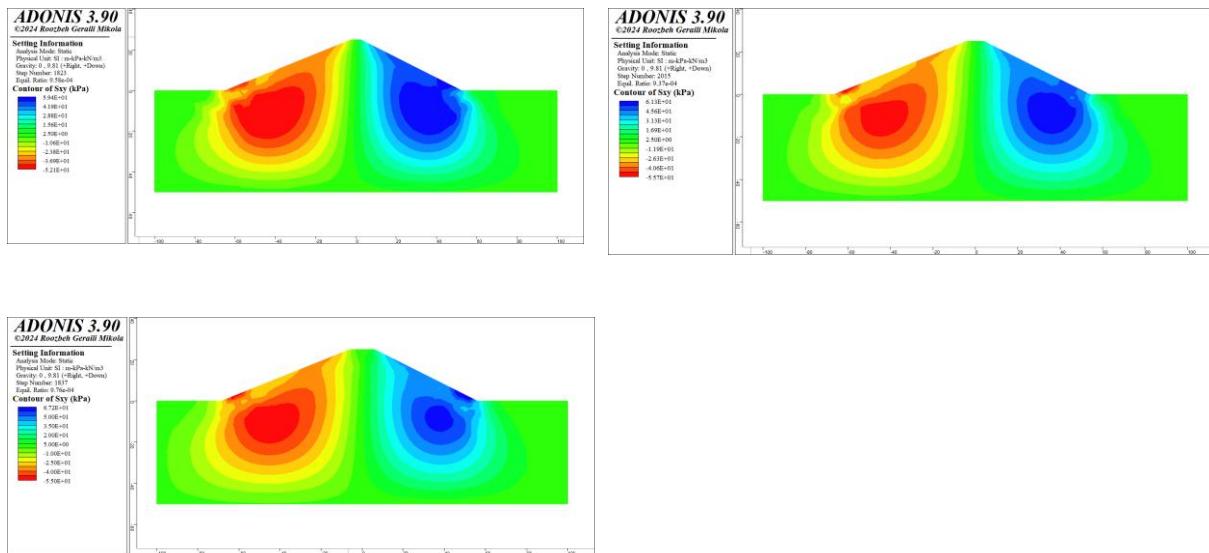
Figura 1. Cenário 1: Influência do Ângulo do Talude de Jusante



Fonte: Autores (2025)

A geometria com maior inclinação do talude de jusante registrou tensões de cisalhamento (S_{xy}) elevadas, atingindo um valor máximo de 70,8 kPa. Para esta configuração, a superfície de ruptura potencial apresentou zonas de elevada concentração de tensões, localizadas primariamente na base e no núcleo da barragem. Em contrapartida, ao se adotar uma geometria com talude de jusante mais suave (menor inclinação), observou-se que, embora a superfície de ruptura potencial tenha se tornado mais extensa, a tensão de cisalhamento máxima foi significativamente reduzida para 48 kPa. Dessa forma, constata-se que a suavização da angulação do talude de jusante promove uma melhor distribuição das tensões internas na estrutura. Isso resulta em valores de pico inferiores e, consequentemente, em uma condição de maior estabilidade global.

Figura 1. Cenário 2: Influência da Largura da Crista:



Fonte: Autores (2025)

A análise da influência geométrica da crista indica que seu alargamento eleva o valor absoluto da tensão cisalhante máxima. Este fato é atribuído ao incremento do peso próprio da estrutura, que aumenta a carga vertical total no sistema. Paralelamente, observa-se que a região de tensões elevadas se torna mais restrita, o que caracteriza um fenômeno de concentração de tensões. A maior rigidez proporcionada por uma crista mais larga altera os caminhos de distribuição de carga através do maciço. Isso leva a uma redistribuição que concentra as tensões em zonas mais específicas, como a fundação ou os ombros da barragem. Esta observação é fundamental, pois demonstra como mudanças geométricas afetam diretamente os mecanismos de resposta. A análise evidencia, assim, a complexa interação entre a largura da crista e a resposta geomecânica da estrutura.

CONCLUSÕES

Este estudo demonstrou, através de simulação numérica pelo Método dos Elementos Finitos (MEF), a influência direta e quantificável dos parâmetros geométricos na estabilidade de barragens de terra. A análise paramétrica do talude de jusante indicou que sua suavização é um fator determinante para a segurança. A transição de um talude íngreme (1V:1.8H) para um mais suave (1V:3.0H) resultou em uma redução significativa da tensão de cisalhamento máxima,

caindo de 70,8 kPa para 48 kPa. Este benefício ocorre devido a uma distribuição de tensões internas mais homogênea no maciço, evitando picos de concentração e elevando a estabilidade global da estrutura. Em relação à largura da crista, a análise revelou uma interação geomecânica mais complexa. O alargamento eleva a tensão absoluta, devido ao incremento do peso próprio, mas também altera os caminhos de carga ao aumentar a rigidez, gerando zonas de concentração de tensão. O trabalho reforça o MEF (via ADONIS) como uma ferramenta indispensável, superior aos métodos de equilíbrio limite, pois permite uma análise detalhada dos campos de tensão, para a otimização de geometrias seguras em projetos geotécnicos.

REFERÊNCIAS

- GEOWIZARD. ADONIS: Numerical Computing Platform. 2024.
- KUO, Y.-S. et al. Analysis of Landslide Dam Geometries. *Journal of Mountain Science*, v. 8, p. 544–550, 2011. DOI: 10.1007/s11629-011-2128-1.
- LI, D. et al. A predictive model for the geometry of landslide dams in V-shaped valleys. *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, v. 79, p. 4595–4608, 2020. DOI: 10.1007/s10064-020-01828-5.
- SHI, Z. M. et al. Influence of dam geometry on the breaching process of landslide dams. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, v. 861, p. 052026, 2021. DOI: 10.1088/1755-1315/861/5/052026.
- ZHANG, J.-Y. et al. Investigating the important role of landslide dam geometry on breaching based on numerical experiments. *Engineering Geology*, v. 323, p. 107210, 2023. DOI: 10.1016/j.enggeo.2023.107210.

Área: Educação Ambiental e Conscientização Pública

ANÁLISE DOS IMPACTOS SOCIOECONÔMICOS E AMBIENTAIS DA IMPLANTAÇÃO DE PASSAGENS MOLHADAS NO SEMIÁRIDO DA PARAÍBA

Ana Maria Ferreira Cosme¹; Clayrison Sousa Alves², Rayanna Karla Dias Seixas³; Evelyn
Barbosa da Silva⁴

¹ Superintendência de Administração do Meio Ambiente do Estado da Paraíba- SUDEMA / Divisão de Infraestrutura – DINFRA. E-mail: anamfcosme@gmail.com

² Superintendência de Administração do Meio Ambiente do Estado da Paraíba- SUDEMA / Divisão de Infraestrutura – DINFRA. E-mail: clayrison@gmail.com

³ Superintendência de Administração do Meio Ambiente do Estado da Paraíba- SUDEMA / Coordenação de Controle Ambiental- CCA. E-mail: eng.rayannaseixas@gmail.com

⁴ Superintendência de Administração do Meio Ambiente do Estado da Paraíba- SUDEMA / Coordenação de Controle Ambiental- CCA. E-mail: Evelyn.silva@academico.ufpb.br

E-mail do Autor correspondente: anamfcosme@gmail.com

RESUMO: O presente trabalho avalia a eficácia e os impactos socioeconômicos e ambientais da implantação de passagens molhadas em comunidades rurais do Semiárido da Paraíba. No contexto do desenvolvimento de infraestrutura brasileira, essas estruturas emergem como uma solução econômica para o problema do isolamento sazonal em áreas entrecortadas por rios intermitentes. A pesquisa utilizou uma abordagem qualitativa e exploratória, analisando 100 processos de solicitação de licença ambiental registrados no sistema Sigma da SUDEMA (Superintendência de Administração do Meio Ambiente) entre setembro de 2023 e setembro de 2025. Os resultados mostram uma alta demanda liderada pelas Prefeituras (42%) e reforçada por órgãos de desenvolvimento (Cooperar, SEDAP, DNOCS - 58%). As passagens molhadas são reconhecidas como essenciais por garantirem o acesso ininterrupto a serviços públicos, impulsionarem o escoamento da produção agropecuária, e contribuírem para a segurança hídrica e o combate a construções irregulares. Conclui-se que essas estruturas são um investimento estratégico com alto impacto social, fortalecendo a resiliência socioeconômica e a integração territorial no Semiárido.

Palavras-chave: Infraestrutura Rural, Passagens Molhadas, Semiárido.

INTRODUÇÃO

O Brasil, como nação em desenvolvimento, tem feito investimentos substanciais na expansão de sua infraestrutura, priorizando a melhoria do acesso e da mobilidade. Tais investimentos são cruciais para aprimorar rodovias e criar acessos a comunidades rurais do semiárido que, sazonalmente, enfrentam isolamento devido a condições climáticas. Esta pesquisa se concentra na relevância de infraestruturas que facilitam o deslocamento entre o meio rural e os centros urbanos.

A urgência dessa questão é sublinhada pelos dados do Censo Demográfico (2022), que revelam: "O Brasil em sua totalidade possui 12,6% de seu território ocupados por comunidades rurais, deste total 47,8% estão na região Nordeste, que equivale 12,2 milhões de nordestinos habitando

as zonas rurais". Grande parte dessa população reside em áreas de acesso dificultado, muitas vezes cortadas por rios e afluentes intermitentes. Durante o período chuvoso, o aumento do volume de água interrompe o trânsito, inviabilizando travessias seguras.

Sem o apoio técnico formal, os próprios moradores, buscando resolver o problema da travessia e garantir o escoamento da produção, constroem passagens rudimentares, culminando no que se conhece como pequenas pontes de acesso ou, tecnicamente, passagens molhadas. Historicamente, a superação de obstáculos hídricos remonta às primeiras pontes, feitas de troncos e pedras, atuando como simples "vagas" de travessia (ITTI, s.d.). A madeira dominou como material estrutural até o início do século XIX (VITÓRIO, 2014), sendo posteriormente suplantada pela pedra e pelo concreto romano, que permitiu a construção das pontes em arco (PAVIDEZ, 2022).

Em contraste com as pontes tradicionais, a passagem molhada é uma solução mais econômica, tipicamente construída com concreto ou pedra argamassada, caracterizada pela pista de rolamento intencionalmente rebaixada. "Sua função primordial é viabilizar o acesso em comunidades rurais, sobretudo na região semiárida, ao permitir que a água flua sobre a estrutura em momentos de cheia, podendo, inclusive, servir como reservatório hídrico para os agricultores" (Bahia, 2019; Brasil, 2023).

No Brasil, o uso do concreto para essas estruturas é historicamente situado em meados da década de 1970, com registros em Pernambuco (PREFEITURA, 2024). Na Paraíba, a intensificação dessas obras como alternativa de baixo custo para otimizar a mobilidade rural é mais observada no século XXI. Tais construções são financiadas pelos municípios ou por projetos estaduais, como o Projeto Cooperar, responsável por executar políticas de desenvolvimento rural sustentável, "objetivando melhorar o acesso a água, reduzir a vulnerabilidade agroclimática e aumentar o acesso aos mercados da população pobre da Paraíba" PARAÍBA, (2025).

Como toda obra de infraestrutura, as passagens molhadas exigem a solicitação de licença ambiental. Na Paraíba, a Superintendência de Administração do Meio Ambiente (SUDEMA) é o órgão responsável, que, por meio da Divisão de Infraestrutura (DINFRA), avalia os possíveis danos ambientais e a viabilidade das obras.

METODOLOGIA

O presente artigo adota uma abordagem qualitativa e exploratória, com o objetivo de interpretar o conteúdo das informações provenientes dos relatórios de vistorias realizadas pela Divisão de Infraestrutura da SUDEMA, especificamente sobre as Passagens Molhadas.

A pesquisa se caracteriza quanto à natureza aplicada, visando a geração de conhecimento para subsidiar melhorias na fiscalização e gestão ambiental do órgão; Quanto à abordagem qualitativa, “voltada à interpretação dos documentos e à compreensão de fenômenos (natureza dos danos e procedimentos adotados) em seu ambiente natural” Conjo “et al”, (2008). Em relação aos objetivos exploratórios tem como propósito de levantar informações, mapear a tipologia das ocorrências e desenvolver uma compreensão inicial dos desafios na fiscalização de infraestrutura (GIL 2002).

Para os procedimentos técnicos, utilizaremos a pesquisa documental e bibliográfica, coleta de Dados, para as fontes primárias de dados utilizou o Banco de Dados Interno da SUDEMA, para este trabalho realizamos a procura por palavras-chave (Passagem Molhada), pois trata-se também de uma tipologia de licença, a exemplo de processos para construção de passagens molhadas, no período de setembro de 2023 a setembro de 2025, no qual foram identificados 100 processo com esta tipologia.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este trabalho científico analisou 100 processos de solicitação para implantação de passagens molhadas, registrados no sistema Sigma da SUDEMA, identificando os principais órgãos demandantes como: Prefeituras, Projeto Cooperar, Secretaria do Desenvolvimento da Agropecuária e da Pesca da Paraíba (SEDAP) e Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS) e suas motivações, que refletem a importância dessas estruturas para o desenvolvimento local, conforme Tabela 1.

Tabela 1: Distribuição das Solicitações por Órgão Demandante

<i>Órgão Solicitante</i>	<i>Percentual do Total (100 Processos)</i>	<i>Motivação Principal e Implicação</i>
Prefeituras	42%	Necessidade Local e Demanda Popular: Atendem diretamente a necessidade percebida da população nas áreas rurais e urbanas , atuando como observadoras primárias da carência de infraestrutura de acesso.
Projeto Cooperar	35%	Desenvolvimento Rural e Competitividade: Visa garantir a disponibilidade hídrica e diminuir riscos climáticos, facilitando o escoamento da produção e ampliando oportunidades de comercialização para a população rural da Paraíba.
SEDAP (Secretaria de Estado)	16%	Fomento Socioeconômico e Deslocamento: Busca acelerar o crescimento econômico e social da agricultura, pesca e pecuária. A implantação de passagens melhora o deslocamento de pessoas e mercadorias e minimiza construções irregulares que causam barramento do fluxo d'água.
DNOCS (Federal)	7%	Desenvolvimento do Semiárido e Segurança Hídrica: Tem como foco o desenvolvimento equilibrado do Semiárido, assegurando o abastecimento de água e fomentando a produção econômica, auxiliando na circulação de produtos e serviços na transitoriedade rural/urbano.

Fonte: Autores, 2025

O alto percentual de solicitações das Prefeituras (42%) sublinha que a necessidade de passagens molhadas é um problema de infraestrutura com forte apelo na base comunitária, percebido diretamente pelos gestores municipais como uma prioridade para a acessibilidade.

Os órgãos de desenvolvimento (Cooperar, SEDAP e DNOCS), que somam 58% das solicitações, demonstram que as passagens molhadas são vistas estrategicamente como ferramentas para atingir objetivos maiores como: Segurança Hídrica e Agroclimática: (Cooperar e DNOCS) – Estruturas que podem auxiliar tanto na circulação quanto na retenção de água, ajudando na convivência com o Semiárido; Crescimento Econômico e Social: (Cooperar e SEDAP) – Otimizar o transporte e o acesso a mercados é crucial para a competitividade das atividades agrícolas e pecuárias; Sustentabilidade Ambiental: (SEDAP) – A construção de estruturas regulamentadas (passagens molhadas) combate a proliferação de construções irregulares que causam danos ambientais (barramento de riachos).

CONCLUSÕES

A conclusão enfatiza que as 100 solicitações de passagens molhadas na SUDEMA, por Prefeituras, Cooperar, SEDAP e DNOCS, confirmam sua vitalidade para o desenvolvimento sustentável e a inclusão social em áreas rurais. Elas eliminam o isolamento sazonal, garantindo

acesso contínuo a serviços essenciais (saúde e educação) e impulsionando a economia rural ao agilizar o escoamento da produção agropecuária, reduzindo perdas e aumentando a renda.

Para otimizar e acelerar a construção, o Estado deve criar um "Fundo Rotativo de Infraestrutura", capitalizado anualmente e complementado por emendas e parceiros (como o DNOCS), gerido por um Comitê Simplificado (Cooperar, SEDAP e Prefeituras), priorizando áreas de alto isolamento e potencial impacto econômico. Além disso, a SUDEMA deve padronizar um Licenciamento Ambiental Simplificado (LAC), específico para passagens molhadas, visando reduzir a burocracia e o tempo de aprovação de meses para semanas. Conclui-se, assim, que essas estruturas são um investimento estratégico com alto impacto social, fortalecendo a resiliência socioeconômica e a integração territorial no Semiárido.

REFERÊNCIAS

BAHIA, Secretaria de Desenvolvimento Rural da Bahia. Passagem molhada beneficiará agricultores familiares do Sertão da Bahia. 2019. Disponível em: <https://www.ba.gov.br/sdr/noticias/2019-04-24/passagem-molhada-beneficiara-agricultores-familiares-do-sertao-da-bahia>. Acessado em 12 de Out. de 2025.

BRASIL, Departamento Nacional de Obras Contra as Secas. Vem Conhecer: DNOCS leva acessibilidade às comunidades rurais no semiárido brasileiro, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/dnocs/pt-br/assuntos/vem-conhecer/vem-conhecer-dnocs-leva-acessibilidade-as-comunidades-rurais-no-semiarido-brasileiro>. Acessado em 12 de Out. de 2025.

CONJO, M. P. F., CHICHANGO, D. B., & SOUZA, P. de P. e . Metodologia de investigação científica aplicada à gestão ambiental: um estudo sobre as abordagens qualitativa e quantitativa. Revista Ibero-Americana De Humanidades, Ciências E Educação, 8(1), 34–50 2022. <https://doi.org/10.51891/rease.v8i1.372> .Acessado em 22 de Out. de 2025.

GIL, Antonio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

ITTI - Instituto Tecnológico de Transportes e Infraestrutura - Universidade Federal do Paraná. História das Pontes, (s.d.). Disponível em: <https://itti.org.br/historia-das-pontes/> . Acessado em 12 de Out. de 2025.

PAVIDEZ, Engenharia. A evolução na tecnologia de construção de pontes. Disponível em: <https://pavidez.com.br/a-evolucao-na-tecnologia-de-construcao-de-pontes/> . Acessado em 14 de Out. de 2025.

PARAÍBA, Projeto Cooperar: Cooperar vai beneficiar mais de 44 mil famílias da zona rural da Paraíba, 2019. Disponível em: <https://paraiba.pb.gov.br/noticias/cooperar-vai-beneficiar-mais-de-44-mil-familias-da-zona-rural-da-paraiba> . Acessado em 20 de Out. de 2025.

PREFEITURA, Brejo da Madre de Deus: Projeto de Engenharia construção de uma passagem molhada na comunidade de cachoeira de mandaçaia. 2024. Disponível em https://transparencia.brejomdeus.pe.gov.br/uploads/5113/1/licitacao/2024/45/1730385279_projeto-passagem-molhada-cachoeira-de-mandacaia.pdf . Acessado em 21 de Out. de 2025.

VITÓRINO, José Afonso Pereira. Pontes Rodoviárias- Fundamentos, Conservação e Gestão. Projetos Estruturais e Consultoria Ltda. Disponível em: https://vitorioemelo.com.br/publicacoes/Pontes_Rodoviarias_Fundamentos_Conservacao_Gestao.pdf . Acessado em 20 de Out. de 2025.

Área: Qualidade de água

APTIDÃO DE RESERVATÓRIOS PARA ATIVIDADE DE PISCICULTURA EM TANQUES - REDE

Bruno José de Macedo Silva Leite¹; Cristiele Arcanjo da Silva²; Wanessa Janinne Eloy da Silva³

¹Agência Executiva de Gestão das Águas da Paraíba - AESA, Av. Duarte da Silveira, S/N – Anexo DER, Torre – João Pessoa - PB, bruno@aesa.pb.gov.br

²Agência Executiva de Gestão das Águas da Paraíba - AESA, Av. Aprígio Veloso, 882 – Bodocongó – UFCG – Bloco CQ - Campina Grande - PB, cristiele@aesa.pb.gov.br

³Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Pitimbu - SEMAM, R. João Bpo., 31, Pitimbu - PB, wanessa_eloy@hotmail.com

E-mail do autor correspondente: bruno@aesa.pb.gov.br

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi estimar a capacidade de suporte desses reservatórios para a atividade de piscicultura em tanques-rede. A pesquisa justifica-se pela necessidade de possuir dados para realizar uma correta gestão hídrica nos reservatórios, principalmente os com finalidade de abastecimento público, promovendo o uso múltiplo da água, em face dos riscos ambientais que a atividade piscícola pode acarretar. Foi realizado o levantamento de dados secundários sobre a qualidade da água, outorgas e características hidráulicas dos reservatórios e aplicou-se modelo de Dillon e Rigler (1974) e de Beveridge (1984), conforme aplicados em Figueiredo *et al.* (2021), com base nos padrões da Resolução CONAMA nº 357/2005, para a estimativa da capacidade de suporte. O estudo revelou que as barragens de Araçagi e Saulo Maia tiveram sua capacidade de produção de peixes comprometida entre 2019 e 2022 devido ao excesso de fósforo. Apenas Araçagi teve produção viável em 2018. Gramame-Mamuaba, mesmo sem outorgas, apresentou mais anos com potencial produtivo. A poluição não vem só da piscicultura, exigindo estudos sobre outras fontes. Intervenções são necessárias para garantir o uso sustentável da água.

Palavras-chave: Capacidade de suporte; Piscicultura em tanques-rede; Reservatórios de água.

INTRODUÇÃO

A piscicultura em tanques-rede destaca-se como uma das modalidades mais promissoras da aquicultura brasileira, impulsionada pela crescente demanda por proteína animal e pela redução do pescado extrativo (BUENO *et al.*, 2011). O Nordeste possui grande potencial para essa atividade, mas muitos reservatórios têm como principal uso o abastecimento público, o que pode comprometer a qualidade da água em situações de baixa volumétrica (CODEVASF, 2019).

Apesar da polêmica, a piscicultura é compatível com o princípio do uso múltiplo das águas, previsto na Lei nº 9.433/1997, e regulamentada pelo Decreto Federal nº 10.576/2020, embora as normas estaduais sobre outorga formem um cenário heterogêneo. A falta de monitoramento

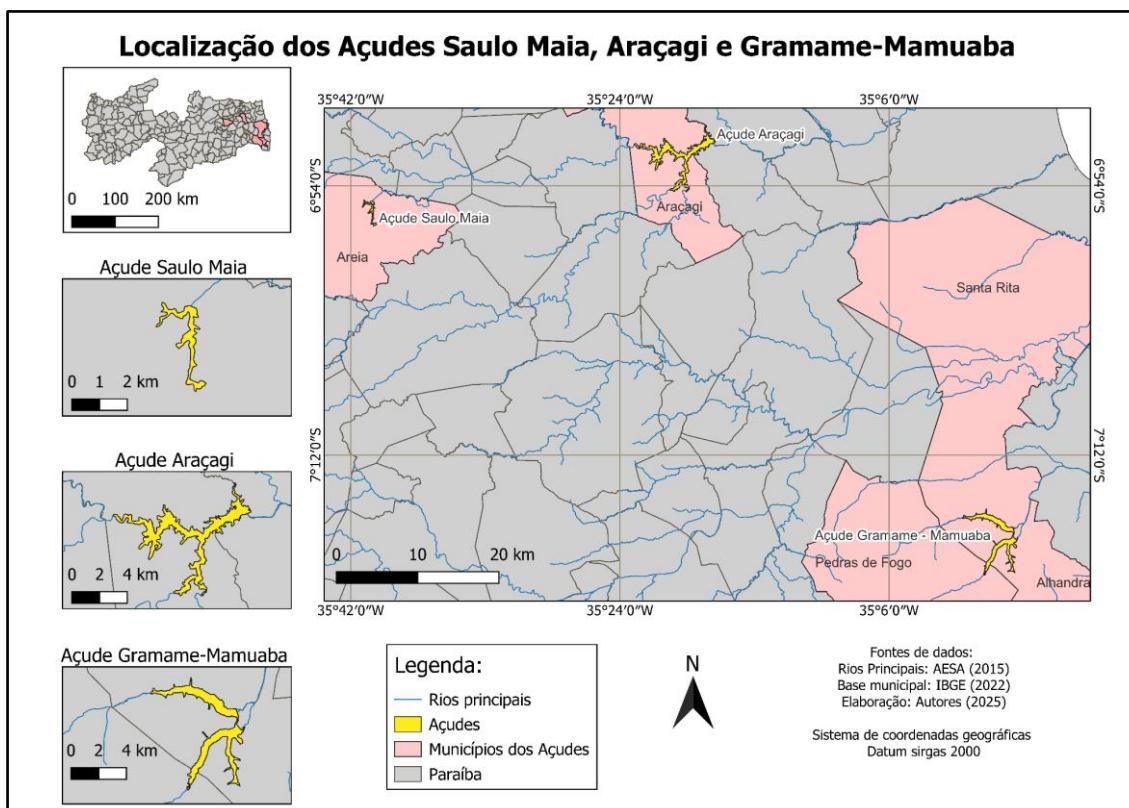
adequado pode agravar impactos ambientais, já que alterações térmicas afetam a composição química e biológica da água, prejudicando o desempenho dos peixes (QUEIROZ et al., 2021). Nesse contexto, a modelagem matemática surge como ferramenta essencial para estimar a capacidade de suporte — definida como a quantidade máxima de peixes que pode ser produzida sem causar eutrofização (ATTAYDE e PANOSO, 2011).

Assim, este estudo teve como objetivo estimar a capacidade de suporte dos reservatórios de Araçagi, Saulo Maia e Gramame-Mamuaba para o desenvolvimento sustentável da piscicultura em tanques-rede.

METODOLOGIA

O presente trabalho foi desenvolvido para os reservatórios de Araçagi (município de Araçagi), Saulo Maia (município de Areia) e Gramame-Mamuaba (municípios de Santa Rita, Pedras de Fogo e Alhandra), como pode ser observado na Figura 1.

Figura 1. Mapa de localização da área de estudo



Fonte: Autores, 2025.

Adotou-se o modelo de Dillon e Rigler (1974), conforme aplicado por Figueiredo et al. (2021), que relaciona o incremento de fósforo (P) ao crescimento de algas. Apesar de amplamente utilizado, Bueno et al. (2017) destaca que o modelo pode sub ou superestimar a contribuição dos efluentes por não considerar fatores zootécnicos e limnológicos específicos. As variáveis

foram obtidas a partir de dados do Programa Qualiágua/ANA, do monitoramento da AESA e do Plano Estadual de Recursos Hídricos (AES, 2022). Utilizaram-se também os padrões da Resolução CONAMA nº 357/2005 e de Boyd e Tucker (1998 apud Queiroz et al., 2021). Considerou-se a criação de *Oreochromis niloticus*, com 0,9% de fósforo na biomassa e ração de 1% de fósforo, com fator de conversão alimentar de 1,5:1.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

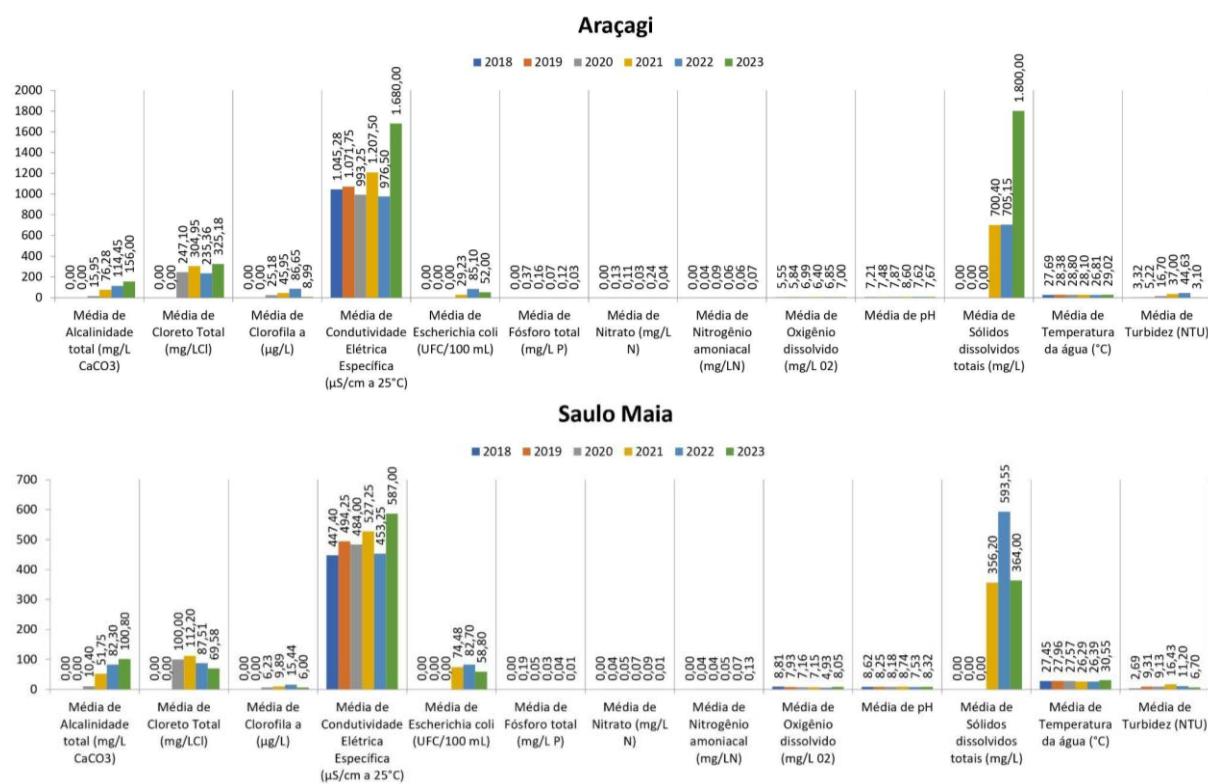
Considerações sobre os dados obtidos

O projeto Qualiágua não tem como foco avaliar a capacidade de suporte para piscicultura em tanques-rede, o que limita a aplicabilidade dos dados. As coletas trimestrais, realizadas entre 2018 e 2023, não atendem à frequência ideal (diária ou semanal) recomendada por Queiroz et al. (2021), adotando-se, para este trabalho, as médias anuais dos parâmetros. Além disso, os pontos de amostragem estão distantes das áreas de produção, podendo gerar percepções imprecisas sobre a carga de nutrientes no reservatório.

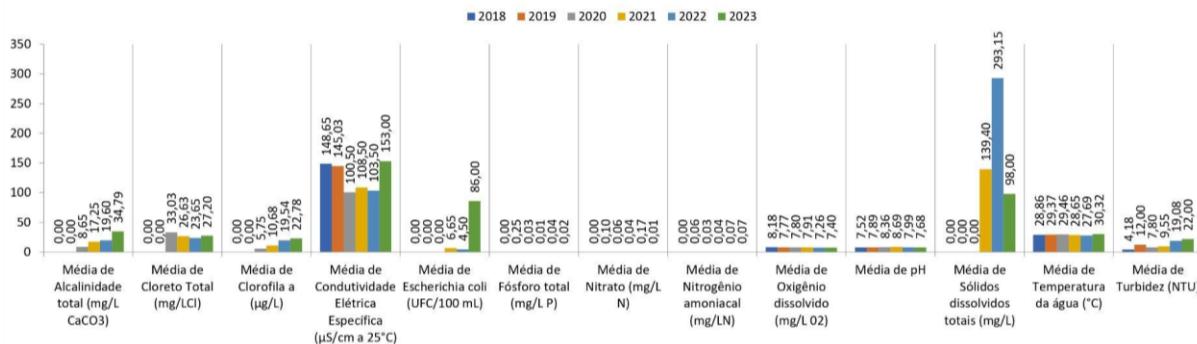
Qualidade da água dos reservatórios

A análise dos parâmetros de qualidade da água dos reservatórios estudados evidenciou distintos níveis de comprometimento ambiental, conforme mostra a Figura 2:

Figura 2. Médias anuais dos parâmetros de qualidade da água dos reservatórios



Gramame-Mamuaba



Fonte: Autores, 2025.

No reservatório de Araçagi, os valores de fósforo total ultrapassaram, em vários momentos, o limite de 0,03 mg/L da Resolução CONAMA nº 357/2005, embora ainda abaixo de 0,5 mg/L, considerado seguro para piscicultura em tanques-rede (Boyd e Tucker, 1998 apud Queiroz et al., 2021). A condutividade elétrica e os sólidos totais dissolvidos apresentaram valores elevados, associados à presença de sais e resíduos orgânicos, enquanto a turbidez, embora dentro do limite legal, mostrou variações acentuadas.

No reservatório Saulo Maia, os níveis de oxigênio dissolvido variaram ao longo do período, registrando valores próximos ou inferiores a 5 mg/L, abaixo do ideal de 15 mg/L para piscicultura (Boyd e Tucker, 1998 apud Queiroz et al., 2021). Essa condição pode comprometer o metabolismo e a sobrevivência dos peixes, reduzindo a produtividade. O fósforo total também se manteve próximo ao limite legal, sinalizando pressão antrópica e risco potencial de eutrofização.

O reservatório Gramame-Mamuaba apresentou situação mais estável, com oxigênio dissolvido acima de 7 mg/L e concentrações de fósforo total dentro dos limites adequados à piscicultura. As variações de pH (7,52–8,69) refletem possíveis influências sazonais e atividades na bacia. Mesmo sem registros de piscicultura, a proximidade de alguns parâmetros aos limites de referência reforça a necessidade de gestão preventiva, considerando tratar-se do principal manancial de abastecimento da capital paraibana.

Aplicação do modelo de capacidade de suporte de Dillon e Rigler

A aplicação do modelo de Dillon e Rigler indicou que o reservatório de Araçagi apresentou condições adequadas para piscicultura apenas em 2018, com potencial estimado de 2.738.964,20 toneladas de peixe por ano. Nos anos seguintes, até 2023, o aumento da concentração de fósforo tornou o ambiente insustentável, com valores negativos de ΔP, evidenciando limitações à capacidade de suporte. O pior cenário ocorreu em 2019, seguido de

leve recuperação. No reservatório Saulo Maia, o potencial produtivo variou de 284.608 t/ano em 2018 para inviabilidade entre 2019 e 2022, recuperando-se parcialmente em 2023 (180.274 t/ano). Já o Gramame-Mamuaba, sem registros de piscicultura, apresentou maior estabilidade e mais anos com potencial produtivo — 2018, 2021 e 2023 —, destacando-se como o sistema mais favorável entre os avaliados, conforme apresentado na Tabela 1:

Tabela 1. Capacidade de suporte dos reservatórios

■ Propício a produção conforme os padrões legais ■ Atividade inviável conforme os padrões legais

Capacidade de suporte da barragem Araçagi										
Ano	V (hm ³)	A (Km ²)	Cota (m)	z (m)	ΔP	Q (m ³ /s)	ρ (ano)	R	L	Cs (t de peixe/ano)
2018	58,537	8,600	68,50	14,17	0,03	11,22	6,04	0,40	4,30	2.738.964,20
2019	58,410	8,600	68,50	14,17	-0,34	11,22	6,06	0,40	-48,81	-31.095.609,56
2020	55,664	8,500	68,40	14,07	-0,13	11,22	6,36	0,40	-19,26	-12.128.899,30
2021	42,433	7,600	66,50	12,17	-0,04	11,22	8,34	0,37	-6,39	-3.598.894,12
2022	57,146	8,500	68,50	14,17	-0,09	11,22	6,19	0,40	-13,15	-8.279.662,20
2023	58,251	8,600	68,50	14,17	0,00	11,22	6,07	0,40	0,00	0,00
Capacidade de suporte da barragem Saulo Maia										
Ano	V (hm ³)	A (Km ²)	Cota (m)	z (m)	ΔP	Q (m ³ /s)	ρ (ano)	R	L	Cs (t de peixe/ano)
2018	7,789	0,9	415,8	28,8	0,03	0,59	2,39	0,51	4,26	284.608,12
2019	7,080	0,86	415	28	-0,16	0,59	2,63	0,50	-23,77	-1.514.766,88
2020	5,402	0,72	413	26	-0,02	0,59	3,45	0,46	-3,39	-180.860,39
2021	4,652	0,65	411,8	24,8	0	0,59	4,01	0,45	0	0,00
2022	5,275	0,72	412,8	25,8	-0,01	0,59	3,54	0,46	-1,71	-91.392,38
2023	9,600	0,96	417	30	0,02	0,59	1,94	0,54	2,53	180.274,83
Capacidade de suporte da barragem Gramame-Mamuaba										
Ano	V (hm ³)	A (Km ²)	Cota (m)	z (m)	ΔP	Q (m ³ /s)	ρ (ano)	R	L	Cs (t de peixe/ano)
2018	51,858	8,000	34,5	17,5	0,03	3,96	2,40	0,51	2,60	1.541.489,54
2019	38,094	6,600	32,5	15,5	-0,22	3,96	3,27	0,47	-21,33	-1.043.2290,84
2020	49,881	7,800	34,2	17,2	0	3,96	2,50	0,50	0	0
2021	40,586	6,700	32,8	15,8	0,02	3,96	3,07	0,48	1,88	934.999,9532
2022	49,121	7,800	34,2	17,2	-0,01	3,96	2,54	0,50	-0,88	-512.811,2401
2023	49,252	7,800	34,2	17,2	0,01	3,96	2,53	0,51	0,88	511.793,5917

CONCLUSÕES

O estudo de capacidade de suporte é essencial para a gestão sustentável dos recursos hídricos. As barragens de Araçagi e Saulo Maia apresentaram parâmetros ambientais críticos, exigindo controle de fontes difusas de poluição para atender à Classe II. Já Gramame-Mamuaba mostrou potencial para piscicultura em tanques-rede, desde que manejada com controle. As altas

concentrações de fósforo indicam comprometimento da capacidade de suporte, demandando estudos mais detalhados sobre suas fontes.

REFERÊNCIAS

- AESA - AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO ESTADO DA PARAÍBA. Plano Estadual de Recursos Hídricos da Paraíba. 2022. 227p.
- ATTAYDE, J. L.; PANOSO, R. Capacidade de suporte de oito açudes do Rio Grande do Norte para a piscicultura intensiva em tanques-rede. In: XIX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 2011, Alagoas. Anais [...]. Alagoas: ABRH, 2011.
- BUENO, G.W.; MATOS, FLÁVIA T. ; CANZI, C. ; OSTRENSKY, ANTÔNIO ; SAMPAIO, M. ; ROUBACH, R. . A Capacidade de Suporte: Produção de Peixes em Reservatórios. PANORAMA DA AQUICULTURA, v. 21, p. 48-63, 2011.
- BUENO, G. W.; BUREAU, D.; SKIPPER-HORTON, J. O.; ROUBACH, R.; MATTOS, F. T.; BERNAL, F. E. M. Modelagem matemática para gestão da capacidade de suporte de empreendimentos aquícolas em lagos e reservatórios. Pesquisa agropecuária brasileira. Brasília. v.52, n.9, p.695-706. 2017.
- COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E DO PARNAÍBA (CODEVASF). Manual de criação de peixes em tanques-rede. 3º ed. Brasília. 2019.
- FIGUEREDO, A. S.; LIMA, Í. C. S.; REIS, D. F.; FIUZA, L. S.; JUNIOR, O. S.; MAGALHÃES FILHO, L. N. L.; SILVA NETO, V. L. Viabilidade de implantação de tanques-rede no reservatório da PCH do estado do Tocantins, Brasil. Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais, [S. l.], v. 12, n. 4, p. 504–519, 2021.
- QUEIROZ, J. F. de; FRASCA-SCORVO, C. M. D.; SCORVO FILHO, J. D.; TURCO, P. H. N.; LOSEKANN, M. E.; ISHIKAWA, M. M.; ALVES, J. M. C. Recomendações práticas para avaliação da qualidade da água na produção de tilápia em tanques-rede. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2021.

Área: Manutenção e inspeção de barragens

APLICAÇÃO DE MACHINE LEARNING NA ANÁLISE DE DADOS DA INSTRUMENTAÇÃO DE BARRAGENS

Bianca Anacleto Araújo de Sousa¹

¹Departamento de Engenharias, Universidade Federal de Campina Grande, R. Aprígio Veloso, 882 - Universitário, Campina Grande – PB.

E-mail do autor correspondente: biancasspb@gmail.com

RESUMO: A segurança de uma barragem depende diretamente do monitoramento contínuo e das manutenções realizadas ao longo de sua vida útil. A instrumentação de auscultação é uma ferramenta eficaz para avaliar e prever o comportamento geotécnico do barramento. No entanto, a simples coleta de leituras instrumentais nem sempre fornece informações suficientes para conclusões precisas sobre o desempenho estrutural. Este trabalho analisou dados sintéticos de instrumentação de auscultação para predizer o comportamento geotécnico de uma barragem, utilizando o algoritmo de machine learning Random Forest. Os resultados obtidos (R^2 : 0,890; MAE: 0,738; MSE: 0,865; RMSE: 0,930) demonstram que técnicas de aprendizado de máquina podem contribuir significativamente, tanto na estimativa de valores ausentes ou inconsistentes quanto na interpretação de tendências anômalas.

Palavras-chave: Segurança de Barragens; Piezometria; Deslocamentos; Inteligência Artificial.

INTRODUÇÃO

As barragens são estruturas construídas para conter ou acumular substâncias líquidas ou misturas de líquidos e sólidos, seja em cursos d'água permanentes, cavas exauridas ou diques. Essas obras, que englobam o barramento e suas estruturas associadas (ANA, 2022). No Nordeste, essas estruturas são estratégicas para mitigar os efeitos da variabilidade climática, com histórico marcado por grandes obras nas décadas de 1950 e 1960 (SILVA et al., 2021).

A segurança de uma barragem está fortemente relacionada ao monitoramento e manutenções ao longo de sua vida útil. Nesse contexto, a instrumentação de auscultação constitui-se um meio eficiente para a avaliação e a previsão do comportamento geotécnico do barramento. De acordo com Silveira (2006) partir da década de 1970, passou-se a confeccionar-se no Brasil uma grande diversidade de instrumentos para a auscultação de barragens de terra e enrocamento, dentre os quais se destacam novos tipos de medidores de recalque; piezômetros; células de pressão total; marcos superficiais; alguns acessórios para inclinômetros e medidores de vazão.

Entretanto, a simples obtenção das leituras instrumentais muitas vezes não é suficiente para fornecer conclusões relevantes sobre o desempenho da estrutura. O uso da instrumentação requer a correlação entre as medições e suas causas, de modo que as interpretações sejam

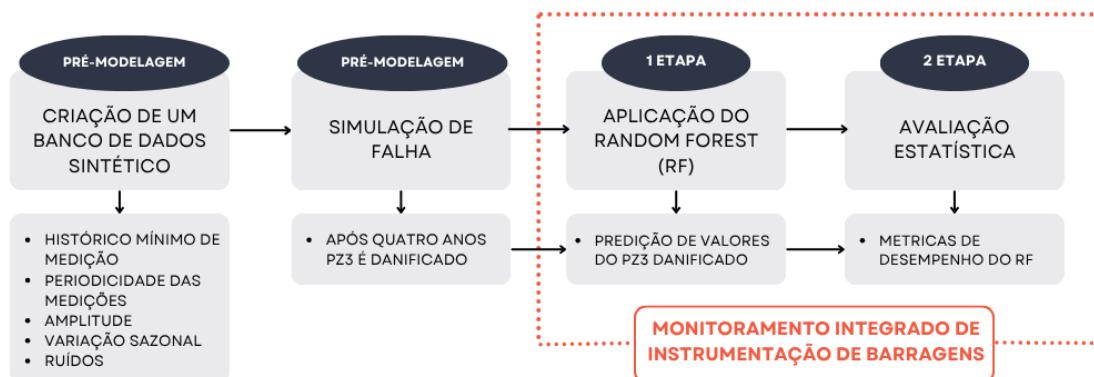
teoricamente fundamentadas. Além disso, comportamentos esperados e anomalias observadas devem ser devidamente documentados, uma vez que cada medição está sujeita a erros e incertezas que podem influenciar a análise do comportamento da barragem (SILVEIRA, 2006). Em diversos campos de pesquisa, a aplicação de modelos de Aprendizado de Máquina (*Machine Learning – ML*) na análise de dados tem se mostrado uma ferramenta eficaz para reduzir incertezas e produzir estimativas e previsões mais precisas. Os algoritmos de ML são modelos pertencentes a um subconjunto da IA que treina máquinas para aprender com dados, através de padrões (PANCH *et al.*, 2018; GALBUSERA *et al.*, 2019). Dentro os métodos de ML destaca-se o Random Forest (RF), que consiste em uma coleção de vetores de decisão unidos, formando um número determinado de árvores independentes com mesma distribuição, no qual a predição é decidida a partir de uma quantidade majoritária das previsões individuais do conjunto de árvores criados (TRUTA NETO, 2023).

Nesse contexto, o presente trabalho avaliou dados simulados de instrumentação de auscultação na identificação de variações no comportamento geotécnico de uma barragem, contribuindo para a compreensão de sua resposta estrutural ao longo do tempo. Especificamente, foi feita uma predição com o RF com as leituras obtidas nos piezômetros e medidores de vazão, identificando tendências que possam indicar a necessidade de ações de manutenção e predizer valores em situações de ausência ou inconsistência de dados.

METODOLOGIA

Este trabalho propõe um método para monitoramento de dados de instrumentação de barragens, baseada na aplicação do algoritmo de aprendizado de máquinas, Random Forest (RF). Utilizando um conjunto de dados sintético que simula o comportamento de múltiplos instrumentos (3 Piezômetros - Pz, - MS e 2 Medidores de Vazão - MV.) considerando cinco anos de dados disponíveis para uma barragem de terra com enrocamento, onde o modelo foi treinado para identificar padrões e predizer valores em momentos de falhas do(s) instrumento(s). As etapas metodológicas do estudo estão sintetizadas na Figura 1.

Figura 1. Método de pesquisa esquematizado



Estudos recentes sobre aprendizado de máquina evidenciam que o desempenho dos modelos é fortemente influenciado pela quantidade de dados disponíveis para treinamento. No entanto, o pré-processamento, e ajuste de hiperparâmetros demonstraram mitigar os efeitos da escassez de dados (MAIOR & SILVA., 2024; ZANTVOORT *et al.*, 2024). Considerando esse cenário, o conjunto de aproximadamente cinco anos de dados utilizado neste estudo pode ser considerado adequado para a aplicação de modelos supervisionados, como o Random Forest, garantindo volume suficiente de observações para identificar padrões e realizar estimativas. Nessa etapa utilizou-se a linguagem Python, aplicando-se, inicialmente, um critério de periodicidade das medições conforme o escopo temporal definido por Silveira (2006) para o período de enchimento do reservatório. A amplitude temporal foi estabelecida de modo a contemplar a sazonalidade dos dados, refletindo as variações típicas do sertão nordestino (SILVA, *et al.*, 2024). Consideraram-se ainda ruídos (valores extremos/outliers) correspondentes a 1% da amostra.

A aplicação do RF foi realizada na predição de valores do Pz3 com base em um histórico de 4 anos de dados, predizendo seu comportamento para o ano seguinte. A amostra foi dividida em 30% treino e 70% teste (*max_depth*: 10, *max_features*, *sqr*, *max_leaf_nodes*: 50, *min_samples_split*: 2, *n_estimators*: 300). O modelo foi avaliado conforme as métricas de desempenho apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1: Métricas de desempenho

Métrica	Equação
Coeficiente de Determinação (R^2)	$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}$
Erro Médio Absoluto - Mean Absolute Error (MAE)	$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_i - \hat{Y}_i $
Erro Médio Quadrático - Mean Squared Error (MSE)	$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2$
Raiz Quadrada do Erro Médio - Root Mean Square Error (RMSE)	$RMSE = \sqrt{MSE} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2}$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

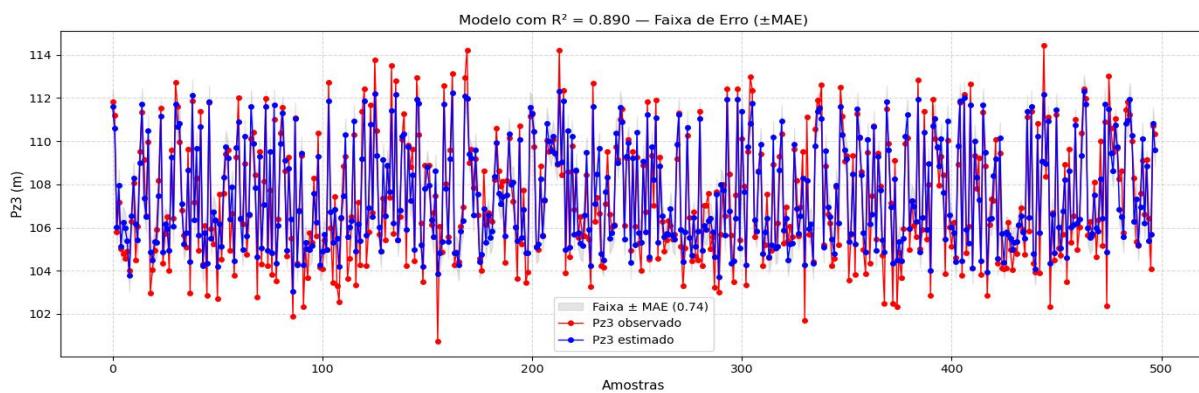
A aplicação do algoritmo Random Forest (RF) aos dados sintéticos de instrumentação de auscultação resultou em um modelo com bom desempenho na predição dos dados de instrumentação. Conforme apresentado na Tabela 2, o modelo evidencia correlação significativa entre os valores observados e previstos.

Tabela 2: Métricas de desempenho

Métrica	Valor
R²	0,890
MAE	0,738
MSE	0,865
RMSE	0,930

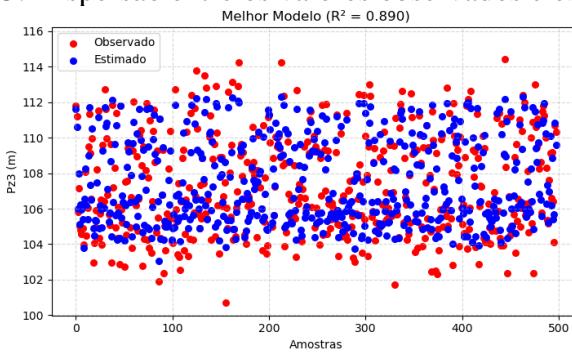
A Figura 2 ilustra a comparação entre os valores medidos e os valores preditos para o Pz3 ao longo do tempo. Nota-se que o modelo conseguiu reproduzir as variações sazonais do nível piezométrico, acompanhando a tendência de aumento nos períodos chuvosos e de redução nos períodos de estiagem, mas com extremos ainda pouco representados pelo modelo.

Figura 2. Comparação entre previsão e medição ao longo do período predito.



A Figura 3 apresenta a dispersão entre os valores observados e estimados, evidenciando uma concentração de pontos próximos à linha de tendência 1:1. Essa relação reforça a precisão do modelo e sua boa capacidade de generalização. Pequenas dispersões são observadas em faixas de valores extremos, associadas a condições hidrológicas anômalas.

Figura 3: Dispersão entre os valores observados e estimados



CONCLUSÕES

A aplicação do algoritmo Random Forest (RF) aos dados de instrumentação de auscultação demonstra ser uma abordagem promissora para o monitoramento e a análise do comportamento geotécnico de barragens. A partir do conjunto de dados simulados, o modelo foi capaz de identificar padrões consistentes entre as leituras dos piezômetros, mas para isso é necessária uma abordagem integrada a outros instrumentos da estrutura.

Os resultados obtidos evidenciam que o uso de técnicas de aprendizado de máquina pode contribuir predizendo valores ausentes ou inconsistentes e auxiliar na interpretação de tendências anômalas. O desempenho alcançado, avaliado por meio das métricas estatísticas indicam boa capacidade de generalização e precisão nas estimativas, mesmo considerando a natureza sintética e a limitação temporal do conjunto de dados. O estudo demonstra o potencial de integração entre métodos tradicionais de monitoramento e soluções baseadas em IA.

REFERÊNCIAS

- GALBUSERA, F.; CASAROLI, G., & BASSANI, T. Artificial intelligence and machine learning in spine research. **JOR Spine**, v.2, 2019.
- MAIOR, C. B. S.; SILVA, T. G. Time-series failure prediction on small datasets using machine learning. **IEEE Latin America Transactions**, v. 22, n. 5, p. 362-370, maio 2024.
- PANCH, T.; SZOLOVITS, P., & ATUN, R. Artificial intelligence, machine learning and health systems. **Journal of Global Health**, v.8, n.2, 2018.
- SILVA, J. R.; SOUZA, M. A. & ALMEIDA, F. P.; **Machine learning models for remaining useful life prediction on small datasets**. Proceedings of the XXX Brazilian Conference on Intelligent Systems, 2023.
- SILVA, J. N. B.; GALVÍNCIO, J. D.; SILVA, J. L.B.; SOARES, G. A. S.; TIBURCIO, I. M. & BARROS, J. P. F.G. Estimativas de sequestro de carbono por diferentes métodos em ecossistemas florestais: uma abordagem sobre a floresta tropical sazonalmente seca (Caatinga). **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v.12, n.1, p.75-93, 2024.
- SILVEIRA, J. F. A. **Instrumentação e segurança de barragens de terra e enrocamento**. São Paulo: Oficina de Textos, 2006.
- TRUTA NETO, J. B.; FELIX, S. R.; RODRIGUES, A. C. L.; BARBOSA, D. L. & SANTOS, V. S. Análise comparativa de algoritmos de machine learning para previsões de precipitação em séries observadas por estação automática em Campina Grande-PB. **Contribuciones a Las Ciencias Sociales**, v.16, n.10, p.20477-20497, 2023.
- ZANTVOORT, K.; NACKE, B.; GÖRLICH, D.; HORNSTEIN, S.; JACOBI C. & FUNK, B. Estimation of minimal data sets sizes for machine learning predictions in digital mental health interventions. **NPJ Digit Med**. 2024 Dec 18;7(1): p.361.

Área: Manutenção e inspeção de barragens.

AVALIAÇÃO COMPARATIVA DO QUADRO DE ANOMALIAS DA BARRAGEM GRAMAME-MAMUABA NOS ANOS DE 2016, 2022 E 2025

Evelyn Barbosa da Silva¹; Tarciso Cabral da Silva²; Ana Maria Ferreira Cosme³; Rayanna Karla Dias Seixas⁴

¹Departamento de Engenharia Civil e Ambiental - DECA, Universidade Federal da Paraíba- UFPB, Campus I, Cidade Universitária, João Pessoa - PB, 58051-900, E-mail: evelyn.silva@academico.ufpb.br

²Departamento de Engenharia Civil e Ambiental - DECA, Universidade Federal da Paraíba- UFPB, Campus I, Cidade Universitária, João Pessoa - PB, 58051-900, E-mail: tarciso.cabral@academico.ufpb.br

³Divisão de Infraestrutura – DINFRA, Superintendência de Administração do Meio Ambiente do Estado da Paraíba - SUDEMA, E-mail: anamfcosme@gmail.com

⁴Coordenadoria de Controle Ambiental – CCA, Superintendência de Administração do Meio Ambiente do Estado da Paraíba - SUDEMA, E-mail: eng.rayannaseixas@gmail.com

E-mail do autor correspondente: evelyn.silva@academico.ufpb.br

RESUMO: As barragens são obras de Engenharia Civil de grande importância para o Brasil, cruciais para a geração de energia, abastecimento e agricultura. Incidentes recentes de falhas estruturais, como os desastres em Mariana e Brumadinho, ressaltam a urgência da avaliação periódica de sua segurança. Este trabalho teve como objetivo realizar uma avaliação comparativa da evolução das anomalias estruturais na barragem Gramame-Mamuaba (PB), nos anos de 2016, 2022 e 2025. A metodologia incluiu pesquisa bibliográfica, vistorias *in loco* com registro fotográfico e aplicação do sistema de classificação de segurança da SABESP, associado a uma matriz comparativa. Os resultados iniciais (2022) mostraram melhorias expressivas após as obras de restauração. Contudo, a vistoria de 2025 revelou o reaparecimento de anomalias, como vegetação no *rip-rap* e focos de erosão nos taludes de jusante, indicando deterioração progressiva e o retorno da barragem ao "estado de atenção". Tais achados evidenciam que a efetividade das intervenções depende da continuidade da manutenção e do monitoramento. O estudo reforça, portanto, a importância da fiscalização rotineira e de políticas públicas voltadas à segurança de barragens.

Palavras-chave: Anomalias Estruturais; Manutenção Preventiva; Segurança de Barragens.

INTRODUÇÃO

As barragens são infraestruturas essenciais da Engenharia de Recursos Hídricos, necessárias para o desenvolvimento sustentável e a segurança hídrica de regiões como o Nordeste do Brasil. Elas desempenham um papel crucial no acúmulo e na viabilização de vazões regulares para usos diversos, incluindo abastecimento e agricultura, sendo instrumentos importantes em períodos de estiagem ou seca. Contudo, como toda obra civil, a construção e operação de barragens envolvem riscos, que podem ser reduzidos com construção eficiente e devida manutenção ao longo de sua vida útil.

A idade da barragem é um fator determinante para sua segurança, existindo uma relação direta entre o estado de conservação da estrutura e seu tempo de vida útil. Tais fatores ressaltam a necessidade de intensificar os cuidados com a segurança das estruturas e realizar avaliações periódicas para assegurar sua estabilidade e funcionalidade.

O estudo sobre segurança de barragens é relativamente recente no Brasil, sendo a Lei nº 12.334, que instituiu a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), sancionada apenas em 2010. Essa legislação preencheu uma lacuna de mais de 130 anos na regulamentação da segurança de barragens brasileiras. A PNSB utiliza métodos para avaliar a segurança, como a Categoria de Risco (CRI) e o Dano Potencial Associado (DPA). Para a avaliação das estruturas, pode-se adotar o Sistema de Classificação de Segurança de Barragens da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP), que propõe uma metodologia baseada na análise da Periculosidade Potencial (PP), do Estado Real da Barragem (ER) e do Índice de Comportamento (IC).

No estado da Paraíba, 732 barragens estão cadastradas no Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB). Dentre elas, destaca-se a barragem Gramame-Mamuaba, que é responsável pelo abastecimento total ou parcial de municípios como João Pessoa, Cabedelo, Bayeux e Santa Rita. Em 2022, a barragem Gramame-Mamuaba passou pela primeira obra de recuperação desde sua finalização em 1990.

As obras recentes motivaram a elaboração deste trabalho. Assim, o objetivo geral deste estudo é avaliar as condições estruturais da barragem Gramame-Mamuaba nos anos de 2016 (antes das obras), em 2022 (após as obras de restauração) e em 2025. Os objetivos específicos incluem identificar as principais anomalias estruturais, caracterizar a barragem por meio da Classificação de Barragens da SABESP, desenvolvida por Kuperman et al. (2001), e avaliar a evolução do seu estado no período compreendido.

METODOLOGIA

O trabalho caracteriza-se como uma pesquisa de natureza qualitativa e descritiva, com abordagem comparativa, voltada para a análise da situação estrutural da barragem Gramame-Mamuaba. A metodologia foi estruturada em etapas sequenciais para garantir o rigor técnico-científico.

Revisão Bibliográfica

A revisão bibliográfica consistiu na coleta de informações técnicas e dados de projeto das barragens, através de fontes secundárias como livros, artigos, trabalhos em eventos científicos

e documentos disponibilizados em sites de órgãos fiscalizadores como a AESA e a ANA. A análise crítica das fontes selecionadas considerou critérios de relevância, atualidade e credibilidade.

Vistoria In Loco e Registro Fotográfico

A segunda etapa consistiu na realização de vistorias *in loco* para o registro fotográfico e a avaliação direta da infraestrutura. Para a identificação de possíveis anomalias, foram adotados critérios de inspeção descritos em manuais técnicos. O estudo utilizou dados de 2016 (situação anterior às obras, baseada em trabalho prévio), acervo fotográfico de 2022 (pós-restauração, realizado pela SEIRH), e nova vistoria em 2025. A vistoria de 2025 foi realizada em 14 de abril, com volume registrado para o reservatório equivalente a 98,81% do volume normal de armazenamento.

Matriz Comparativa de Anomalias

Os dados coletados foram organizados em quadros comparativos, o que permitiu a análise da evolução do estado das barragens e dos efeitos das intervenções realizadas. Essa matriz foi elaborada de acordo com as anomalias apresentadas, comparando a situação de 2016, 2022 e 2025, e possibilitando uma avaliação crítica da eficácia das ações de restauração.

Classificação de Segurança

As informações reunidas foram utilizadas para a classificação de risco de cada barragem, com base no Sistema de Classificação de Barragens da SABESP. Este sistema avalia o risco e a segurança das barragens, seguindo princípios investigativos semelhantes, cujos prognósticos são obtidos por meio de *checklists* e expressões matemáticas. A aplicação dessa metodologia permitiu verificar o contraste entre os diferentes cenários e identificar tendências de evolução.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da pesquisa permitiram identificar e comparar as anomalias nas estruturas componentes das barragens Gramame e Mamuaba nos três períodos analisados.

Barragem Gramame

Para a Barragem Gramame, a análise comparativa revelou uma melhoria substancial nas estruturas imediatamente após as obras de restauração de 2022, quando diversas anomalias

foram sanadas ou não foram constatadas, como a presença de vegetação no vertedor e árvores no talude de jusante e no *rip-rap*.

No entanto, a inspeção de 2025 revelou a reincidência de problemas que haviam sido resolvidos, destacando a necessidade de manutenção continuada:

Vegetação no Vertedor: A anomalia da presença de vegetação, não constatada em 2022, ressurge no mesmo local em 2025.

Vegetação no Talude de Jusante: Após a remoção completa de árvores em 2022, a vistoria de 2025 identificou pontualmente a presença de árvores ao longo do talude.

Vegetação no *Rip-Rap* (Talude de Montante): A grande quantidade de árvores no *rip-rap* constatada em 2016, permanece presente em 2025.

Erosão no Talude de Jusante: Mesmo após a obra de restauração em 2022, o talude de jusante já apresentava focos de erosão. Em 2025, foi possível observar um aumento considerável da erosão nesses pontos.

Barragem Mamuaba

A Barragem Mamuaba apresentou um comportamento evolutivo semelhante, com melhorias pós-intervenções, seguidas por deterioração. A análise comparativa revelou que a remoção de vegetação e a desobstrução de canaletas e drenos em 2022 foram cruciais para a melhoria da condição da barragem. Contudo, a situação de 2025 indicou um retrocesso, com o reaparecimento de anomalias que retornaram a um "estado de atenção".

A presença de arbustos no talude de montante e de vegetação no dreno de pé, que haviam sido eliminadas ou não constatadas em 2022, foram novamente identificadas em 2025. O reaparecimento dessas anomalias, juntamente com o aumento da erosão, demonstra que a efetividade das intervenções de restauração depende intrinsecamente da continuidade e regularidade das ações de manutenção e monitoramento. A ausência de fiscalização rotineira e manutenção preventiva permite a progressiva deterioração da estrutura.

Os resultados demonstram a importância da utilização do sistema de classificação de segurança para monitorar a evolução das anomalias. A classificação, que avalia o Estado Real (ER) da barragem e o Índice de Comportamento (IC), serve como um alerta para que os órgãos fiscalizadores priorizem intervenções e planos de ação emergencial.

CONCLUSÕES

Estudo cumpriu o objetivo de realizar uma avaliação comparativa da evolução das anomalias estruturais na barragem Gramame-Mamuaba, utilizando dados dos anos de 2016, 2022 e 2025, e aplicando a classificação de segurança da SABESP.

A pesquisa confirmou que as obras de restauração realizadas em 2022 trouxeram melhorias expressivas e essenciais para a segurança do maciço. No entanto, o principal achado do trabalho é a rápida reincidência das anomalias após apenas três anos das intervenções, evidenciada pelo reaparecimento de focos de erosão e vegetação em pontos críticos. Esta deterioração progressiva levou a barragem a um retorno ao estado de atenção.

A eficácia das intervenções realizadas demonstrou ser diretamente dependente da continuidade das ações de manutenção preventiva e monitoramento. Este estudo reforça, portanto, que a restauração e a construção de barragens devem ser acompanhadas de um rigoroso plano de fiscalização rotineira e da implementação de políticas públicas consistentes. A integridade estrutural e a segurança hídrica regional dependem da adoção dessas medidas essenciais.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010. Estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB) e cria o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB). Diário Oficial da União, Brasília, DF, 22 set. 2010.
- KUPERMAN, S. et al. Desenvolvimento de uma Metodologia de Classificação de Barragens da SABESP. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE GRANDES BARRAGENS (SNGBA), 23., 2001, Belo Horizonte. Anais Belo Horizonte: CBGB, 2001.
- PARAÍBA (Estado). Relatórios e Notas Técnicas sobre as Obras de Restauração. João Pessoa: [Órgão Governamental responsável], 2022.
- SILVA, E. B. Avaliação Comparativa do Quadro de Anomalias da Barragem Gramame-Mamuaba nos Anos de 2016, 2022 e 2025. 2025. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2025.
- SILVA, L.; SILVA, T. C.; FILGUEIRA, H. J. A. Análise de Risco em Barragens. [s.n.], 2016.
- SNISB. Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens. [s.n.], 2025.

Área: Educação Ambiental e Conscientização Pública

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA SUBTERRÂNEA EM COMUNIDADES RURAIS: UMA AÇÃO DO PROGRAMA SOLO NA ESCOLA

Ana Cecília da Rocha Oliveira¹; Dennedy Magnos Oliveira Gomes²; Mikael da Silva Oliveira³; José Carlos Ferreira⁴, Evandro Franklin de Mesquita⁵; Lays Klecia Silva Lins⁶

¹Universidade Federal da Paraíba, UFPB, Endereço, E-mail: ana.ceciliarocha97@gmail.com

²Departamento de Agrárias e Exatas, CCHA/UEPB, Endereço, E-mail: Dennedy.gomes@aluno.uepb.edu.br

³Departamento de Agrárias e Exatas, CCHA/UEPB, Endereço, E-mail: mikael.oliveira@aluno.uepb.edu.br

⁴Departamento de Agrárias e Exatas, CCHA/UEPB, Endereço, E-mail: ferreirajohn656@gmail.com

⁵Professor do Departamento de Agrárias e Exatas, CCHA/UEPB, Endereço, E-mail: evandrofranklin@servidor.uepb.edu.br

⁶Professora do Departamento de Agrárias e Exatas, CCHA/UEPB, Endereço, E-mail: layslins@servidor.uepb.edu.br

E-mail do autor correspondente: ana.ceciliarocha97@gmail.com

RESUMO:

A água é um recurso essencial à vida e ao desenvolvimento das atividades humanas, sendo a sua qualidade um fator determinante para a saúde pública e a sustentabilidade ambiental. Nas comunidades rurais, especialmente em regiões semiáridas como Catolé do Rocha-PB, a utilização de poços amazonas é uma prática comum para o consumo doméstico e irrigação. Diante disso, este trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade da água subterrânea utilizada por essas comunidades ao longo do ano de 2023, com foco em parâmetros físico-químicos como pH e condutividade elétrica. As coletas foram realizadas mensalmente em seis poços localizados em diferentes propriedades rurais do município. Os resultados indicaram variações significativas na qualidade da água entre os poços analisados, revelando que alguns apresentaram restrições quanto à salinidade para uso agrícola. Esses achados reforçam a importância do monitoramento contínuo da água subterrânea e da implementação de ações de educação ambiental voltadas à conscientização sobre o uso sustentável dos recursos hídricos, contribuindo para a segurança hídrica e a melhoria da qualidade de vida das populações rurais.

Palavras-chave: Água subterrânea; controle da qualidade da água, poços amazonas.

INTRODUÇÃO

A água é indispensável à sobrevivência de todos os seres vivos e apresenta variações de qualidade conforme sua origem e condições ambientais. Garantir a disponibilidade de água em padrões adequados é fundamental para a manutenção da vida e para o desenvolvimento das atividades humanas, como o abastecimento, irrigação, processos industriais, aquicultura, turismo e lazer (ANA, 2021).

Entretanto, as crises hídricas têm se tornado um dos principais desafios da atualidade, associadas à má distribuição dos recursos e ao aumento da contaminação por poluentes que

atingem diretamente os lençóis freáticos. O uso inadequado do solo para agricultura, construção civil e pecuária, aliado ao crescimento populacional desordenado e ao manejo ineficiente dos recursos hídricos, compromete tanto a qualidade quanto a disponibilidade da água (Galvan et al., 2020).

Nas comunidades rurais, as principais fontes de abastecimento são poços, olhos d'água, nascentes e cisternas (MELO et al., 2020). Nesse contexto, compreender a qualidade da água é essencial para garantir seu uso eficiente e sustentável, contribuindo para a preservação dos ecossistemas e o bem-estar das populações (NASCIMENTO et al., 2020).

Entre os parâmetros mais utilizados para avaliar a qualidade da água destacam-se o pH e a condutividade elétrica (CE). O pH indica o grau de acidez ou alcalinidade de uma solução (ARCOS et al., 2018), enquanto a CE reflete a capacidade da água de conduzir corrente elétrica, sendo diretamente influenciada pela concentração de sais dissolvidos (METCALF & EDDY, 2015).

Diante desse cenário, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade da água subterrânea utilizada em três comunidades rurais próximas à Universidade Estadual da Paraíba (Campus IV), Sítios Cajueiro, Boqueirão e Trapiá, localizadas no município de Catolé do Rocha, Sertão Paraibano.

METODOLOGIA

O trabalho foi desenvolvido pelo programa Solo na Escola, entre no ano de 2023. Esse programa pertence ao Departamento de Agrárias e Exatas do Campus IV da Universidade Estadual da Paraíba, localizado em Catolé do Rocha, sertão paraibano.

As coletas de água foram realizadas em seis poços amazonas, distribuídos entre as comunidades do Sítio Cajueiro, Boqueirão e Trapiá. As amostragens ocorreram mensalmente, utilizando-se um condutivímetro e um pHmetro portátil para determinação *in situ* dos parâmetros físico-químicos.

Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística para verificação da distribuição normal e da homogeneidade das variâncias, aplicando-se os testes de Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente. A condutividade elétrica, por apresentar distribuição normal, foi analisada por ANOVA de um fator e teste de Tukey ($p < 0,05$). O pH, que não apresentou distribuição normal, foi avaliado pelos testes não paramétricos de Kruskal-Wallis e Conover ($p < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De modo geral, as coletas realizadas ao longo de 2023 nas comunidades do Sítio Cajueiro, Boqueirão e Trapiá revelaram variações perceptíveis na qualidade da água subterrânea entre os poços analisados. Os valores de pH permaneceram entre 6,2 a 8,1, não apresentando nenhuma restrição de uso no meio agrícola. De acordo com o guia americano do Department of Environment and Conservation - NSW (2004) a faixa de pH aceitável na irrigação é de (5,0 a 8,5). Já os valores de condutividade elétrica (CE) apresentaram maior variação, com valores mais elevados durante o período seco, devido à evaporação e concentração de sais, e redução na estação chuvosa, quando ocorre diluição natural dos íons dissolvidos (TAVARES, 2018). A análise de variância (ANOVA) de um fator confirmou a existência de diferenças significativas na condutividade elétrica da água entre os poços avaliados em 2023 [$F(57.21) = 2,41$; $p < 0,01$], evidenciando variação espacial significativa entre as comunidades (Tabela 1). Essa diferença demonstra que a salinidade da água não é homogênea na região estudada, o que pode estar relacionado a fatores como profundidade dos poços, características do aquífero, outorga, cobrança e enquadramento dos cursos de água (ANA, 2011).

Tabela 1. Resumo da análise de variância para amostras independentes referente à condutividade elétrica da água (dS m^{-1}), no ano de 2023, na cidade de Catolé do Rocha-PB.

Fonte de Variação	GL	QM	F
Poços	5	2.41	57.21**
Resíduo	66	0.042	

GL grau de liberdade; QM = Quadrado Médio, **= significativo 1%

O teste não paramétrico de Kruskal-Wallis mostrou diferenças significativas nos valores de pH entre os poços [$H(5) = 17,49$; $p = 0,0036$], indicando pequenas variações químicas na água ao longo do ano (Tabela 2). Mesmo assim, os valores permaneceram dentro do intervalo recomendado (CHECAR UMA FONTE DE RECOMENDAÇÃO) que define o pH ideal entre 7,2 (URBANO, 2013); e 6,9 (VARALLO et al., 2010) por não provocarem alteração no pH do solo.

Tabela 2. Resumo da análise do Teste não paramétrico Kruskal-Wallis para o pH da água, no 2023, na cidade de Catolé do Rocha-PB.

Fonte de Variação	Valores
Grau de Liberalidade	5
Q – Estatístico	17,45
P valor	0,0036**

**= significativo 1% pelo teste Kruskal-wallis

O teste de Tukey (HSD) identificou diferenças significativas entre várias médias de CE, confirmando variabilidade entre os poços. A análise indicou que os poços 1, 3 e 5 apresentaram valores adequados à irrigação, enquanto os poços 2, 4 e 6 exibiram níveis mais elevados de salinidade, o que pode representar risco potencial de acúmulo de sais nos solos agrícolas (Tabela 3).

Tabela 3. Teste de Tukey- HSD ($p < 0,05$) para a condutividade elétrica da água em dS/m nas comunidades de Cajueiro, Boqueiro e Trapiã, ano de 2023, Catolé do Rocha-PB.

Poços amazônico		p-valor
Poço 1	Poço 2	0,00**
Poço 1	Poço 3	0,14 ^{ns}
Poço 1	Poco4	0,30 ^{ns}
Poço 1	Poço 5	0,00**
Poço 1	Poço 6	0,13 ^{ns}
Poço 2	Poço 3	0,00**
Poço 2	Poço 4	0,00**
Poço 2	Poço 5	0,00**
Poço 2	Poço 6	0,0*
Poço 3	Poço 4	0,00**
Poço 3	Poço 5	0,00**
Poço 3	Poço 6	0,00**
Poço 4	Poço 5	0,00**
Poço 4	Poço 6	0,98 ^{ns}
Poço 5	Poço 6	0,00**

ns= não significativo; = ** 1 % de significância pelo teste Tukey-HSD

O teste de Conover ($p < 0,05$) confirmou a estabilidade do pH entre a maioria dos poços, com diferenças pontuais apenas entre os poços 2 e 5 (Tabela 4). Essa constância química demonstra a resiliência dos aquíferos da região, mesmo diante das variações climáticas e do uso intensivo da água subterrânea.

Em síntese, os resultados demonstram que a qualidade da água subterrânea na região de Catolé do Rocha-PB é influenciada tanto por fatores naturais quanto antrópicos, e que o risco de

salinização exige atenção permanente ao manejo hídrico e edáfico. No contexto do Programa Solo na Escola, esses achados têm importância didática e socioambiental significativa, pois permitem aproximar o conhecimento científico das comunidades rurais, estimulando a reflexão sobre o uso racional da água e a adoção de práticas agrícolas mais sustentáveis. Assim, o estudo reforça o papel da educação ambiental como instrumento essencial para a gestão consciente dos recursos hídricos no semiárido e para a construção de uma cultura de sustentabilidade e resiliência hídrica.

Tabela 4. Teste de Conover ($p<0,05$) para o pH da água nas comunidades de Cajueiro, Boqueiro e Trapiá, ano de 2023, Catolé do Rocha-PB

Poços amazônico		p-valor
Poço 1	Poço 2	2,31 ^{ns}
Poço 1	Poço 3	0,53 ^{ns}
Poço 1	Poco4	0,21 ^{ns}
Poço 1	Poço 5	2,22 ^{ns}
Poço 1	Poço 6	0,51 ^{ns}
Poço 2	Poço 3	2,84 ^{ns}
Poço 2	Poço 4	2,09 ^{ns}
Poço 2	Poço 5	4,53 ^{ns}
Poço 2	Poço 6	2,82 ^{ns}
Poço 3	Poço 4	0,75 ^{ns}
Poço 3	Poço 5	1,68 ^{ns}
Poço 3	Poço 6	0,021*
Poço 4	Poço 5	2,44 ^{ns}
Poço 4	Poço 6	0,73 ^{ns}
Poço 5	Poço 6	1,71 ^{ns}

ns= não significativo; = *5 % de significância pelo teste de Conover

CONCLUSÕES

A qualidade da água subterrânea nas comunidades do Sítio Cajueiro, Boqueirão e Trapiá varia entre os poços avaliados, com restrições salinas em alguns pontos e pH adequado ao uso agrícola. Esses resultados destacam a necessidade de monitoramento contínuo e manejo sustentável da irrigação, além de reforçar a importância do Programa Solo na Escola na promoção da educação ambiental e do uso consciente dos recursos hídricos no semiárido.

REFERÊNCIAS

- ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Usos da água. 2021.
- ARCOS, A. N., AMARAL, A. C. L., SANTOS, M. A. D., SILVA, C. D. M. A. E., KOCHHANN, D., & TADEI, W. P. Water quality of urban lakes in the Central-Southern Region of Manaus, Amazon, v.7, n. 2, 2018.
- DANCEY, C; REIDY, J, **Estatística Sem Matemática para Psicologia**, Tradução: VIALI, L, PORTO ALEGRE, ARTMED, 2006, 608 P.
- GALVAN, K. A.; MEDEIROS, R. C.; NETO. M.P.R; LIBERALESSO. T.; GOLOMBIESKI. I.J & ZANELLA. R. Análise ambiental macroscópica e a qualidade da água de nascentes na bacia do Rio São Domingos/SC, Brasil. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.11, n.1, p.165-176, 2020.
- MELO, T. D; ROCHA. L.I; COSTA. A.G.T; ABREU. P.L; IWATA. F. B; BEMBEM. A. A; CÉSAR. M.O.M; SOUSA.B.C.M. & LEITE.S.C.A. Situação do sistema de abastecimento de água em comunidades rurais de Riacho Frio, Piauí. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.11, n.7, p.630-639, 2020.
- METCALF, L., & EDDY, H. P. Tratamento de efluentes e recuperação de recursos. McGraw Hill Brasil, 2015.
- SOUZA, V.F.; MARQUELLI, W.A.; COELHO, E.F.; PINTO, J.M.; COELHO FILHO, M.A. (Ed.). **Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2011, 771 p.
- ENVIRONMENTAL GUIDELINES USE OF EFFLUENT BY IRRIGATION. (2004). Department of Environment and Conservation (NSW) .2004.
- TAVARES, F. B. (2018). Análise espaço-temporal da salinidade da água em reservatório superficial nas condições semiáridas.
- URBANO, V. R. (2013). Aplicação de Água de Reuso Tratada No Cultivo do Alface (*Lactuca Sativa L.*). Universidade Federal de São Carlos.
- VARALLO, A. C., CARVALHO, L., SANTORO, B. L., & SOUZA, C. F. Alterações nos atributos de um Latossolo Vermelhoamarelo irrigado com água de reúso. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.**, Campina Grande, v. 14, n. 4, Apr. 2010.
- AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS – ANA. (2011) Portal da Qualidade das Águas.

Área: Gestão Integrada de Recursos Hídricos

AVALIAÇÃO MULTICRITÉRIO DO DESEMPENHO INSTITUCIONAL NA GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA

Gabriel Andy da Silva Lucena¹; Barthira Almeida Nunes²; Samara Galvão da Silva³;
Laudízio da Silva Diniz⁴

¹Faculdade Senai Paraíba, João Pessoa/PB, eng.gabriellucena@gmail.com

²Faculdade Senai Paraíba, João Pessoa/PB, barthira.eb@gmail.com

³Faculdade Senai Paraíba, João Pessoa/PB, samara.sudema@gmail.com

⁴Faculdade Senai Paraíba, João Pessoa/PB, laudizio@terra.com.br (orientador)

E-mail do autor correspondente: eng.gabriellucena@gmail.com

RESUMO: O estudo avalia o desempenho institucional da Agência Executiva de Gestão das Águas da Paraíba por meio da aplicação do Índice de Desempenho da Gestão dos Recursos Hídricos, proposto para mensurar a efetividade dos instrumentos de gestão previstos nas Políticas de Recursos Hídricos. A metodologia baseou-se em uma análise multicritério, estruturada em sete dimensões: planos de recursos hídricos, enquadramento, outorga, cobrança, sistema de informações, comitês de bacia e participação social. Cada dimensão recebeu escores de 0 a 1, ponderados conforme sua relevância para a efetividade da gestão. Os resultados indicaram maior efetividade nos instrumentos de planos de recursos hídricos, cobrança e comitês de bacia, enquanto o enquadramento e a participação social apresentaram menor desempenho. O IDGRH final foi de 0,76, classificando a gestão da AESA como “boa”. Conclui-se que a Paraíba possui um sistema de gestão consolidado e funcional, porém com necessidade de aprimorar o enquadramento dos corpos d’água, ampliar a interoperabilidade dos sistemas e fortalecer a participação social, visando uma gestão hídrica mais eficiente e integrada.

Palavras-chave: Gestão de recursos hídricos; Instrumentos de gestão; Avaliação multicritério.

INTRODUÇÃO

A gestão dos recursos hídricos no Brasil é regida por princípios e instrumentos previstos na Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída pela Lei nº 9.433/1997, que buscam assegurar a disponibilidade de água em quantidade e qualidade para os diversos usos, por meio de mecanismos de planejamento, regulação e participação social (BRASIL, 1997).

No âmbito estadual, cada unidade federativa é responsável pela implementação desses instrumentos, por meio de suas agências gestoras. Na Paraíba, essa atribuição é desempenhada pela Agência Executiva de Gestão das Águas (AES), instituição que desempenha papel estratégico em um território caracterizado por irregularidade climática, clima semiárido, vulnerabilidade hídrica histórica e recente integração com o rio São Francisco (AES, 2022). Nesse contexto, a efetividade da atuação da AESA passa a ser determinante na implementação da Política Estadual de Recursos Hídricos (PARAÍBA, 1996), bem como na garantia da

segurança hídrica estadual, promovendo o equilíbrio entre disponibilidade e demanda em um ambiente de pressões crescentes (AESÁ, 2022).

Portanto, esse estudo visa a proposição e aplicação do Índice de Desempenho da Gestão dos Recursos Hídricos (IDGRH), objetivando avaliar a efetividade da gestão hídrica no Estado da Paraíba, com base nos instrumentos implementados pela agência gestora estadual.

METODOLOGIA

Este estudo adota uma abordagem analítica, dividido em três etapas: (i) levantamento dos instrumentos de gestão, (ii) proposição do índice e (iii) aplicação do IDGRH para o Estado. Inicialmente, foi realizado um levantamento documental sobre os instrumentos de gestão na Paraíba. Foram consultados relatórios institucionais, planos estaduais e outros documentos técnicos. Posteriormente, com base na literatura sobre indicadores de governança e gestão hídrica, foi estruturado o IDGRH, composto por sete dimensões, cada uma avaliada por critérios específicos (Tabela 1). Para cada dimensão/instrumento foi definido um peso, conforme sua relevância para a efetividade da gestão, segundo o método AHP proposto por Saaty (1980).

Tabela 1. Dimensões, critérios de avaliação e pesos adotados pelo IDGRH

Nº	Dimensão	Critério de avaliação	P (%)
E1	Plano de Recursos Hídricos	Existência, atualização e aplicação	20
E2	Enquadramento d'Água	Existência e aplicação	15
E3	Outorga de Uso da Água	Cobertura, agilidade e controle	15
E4	Cobrança pelo Uso da Água	Existência, abrangência e arrecadação	15
E5	Sistema de Informações	Atualização, acessibilidade e interoperabilidade	10
E6	Comitês de Bacia Hidrográfica	Existência, funcionamento e participação	15
E7	Participação Social	Mecanismos de consulta e transparência	5

A equação geral do índice é expressa por: $IDGRH = \sum_{i=1}^n (P_i * E_i)$

Em que: P_i = Peso atribuído à dimensão i (em forma decimal, ex: 20% → 0,20); E_i = Escore da dimensão i (de 0 a 1) e n = Número total de dimensões avaliadas ($n = 7$ neste caso).

Aplicando aos componentes definidos, tem-se a equação:

$$IDGRH = 0,20E1 + 0,15E2 + 0,15E3 + 0,15E4 + 0,15E5 + 0,10E6 + 0,05E7$$

Então, foram atribuídas notas de 0 a 1 para cada dimensão, considerando 1 como o desempenho ideal. Posteriormente, foi realizado o cálculo do IDGRH, interpretado com base nas faixas de desempenho: (0,85-1,00) = Gestão Excelente; (0,70-0,84) = Gestão Boa; (0,50-0,69) = Gestão Regular; (0,30-0,49) = Gestão Deficiente e (0,00-0,29) = Gestão Crítica ou Inexistente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através da interpretação do IDGRH permitiu-se avaliar, de forma sintética, a efetividade da AESA na implementação dos instrumentos de gestão de recursos hídricos, possibilitando a identificação de avanços e desafios para o aprimoramento institucional. O resumo das atribuições dos escores está disposto na Tabela 2.

Tabela 2. Resumo da avaliação multicritério e atribuição dos escores

Dimensão	Instrumento de gestão	Escore atribuído
E1	Plano de Recursos Hídricos	0,90
E2	Enquadramento d'Água	0,50
E3	Outorga de Uso da Água	0,80
E4	Cobrança pelo Uso da Água	0,98
E5	Sistema de Informações	0,80
E6	Comitês de Bacia Hidrográfica	0,80
E7	Participação Social	0,75

O Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) da Paraíba, elaborado em 2006 e revisado em 2022, constitui o principal instrumento de planejamento estratégico da gestão hídrica estadual, orientando a elaboração dos planos de bacias hidrográficas (PARAÍBA, 2006; 2022). Atualmente, os Planos das Bacias Litorâneas (AES, 2025) estão em fase final de conclusão, enquanto o Plano da Bacia do Rio Paraíba encontra-se em atualização, na etapa de cearização. Apesar da funcionalidade do sistema de gestão refletir alinhamento das ações com as diretrizes dos planos, a aplicação prática dos programas e projetos previstos nestes ainda representa um desafio. Com base nessa análise, foi atribuído o escore de 0,90 à implementação desse instrumento de gestão no Estado da Paraíba.

O enquadramento dos corpos de água, instituído em 1988, encontra-se desatualizado, limitando sua efetividade como instrumento de gestão da qualidade hídrica (SUDEMA, 1988). A AESA anunciou em 2025 a atualização do enquadramento, em parceria com a Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), abrangendo a análise da qualidade das águas de rios, açudes e reservatórios subterrâneos. Considerando o estágio atual e as perspectivas de modernização, o escore atribuído foi de 0,50, refletindo necessidade de revisão e atualização do instrumento.

A outorga de direito de uso da água (PARAÍBA, 1997) apresenta ampla cobertura territorial e eficiência operacional, com emissão de 3.327 outorgas e 1.258 licenças em 2024 (AES, 2024), todas por processo digital, garantindo agilidade e transparência. Apesar disso, persistem desafios em áreas remotas, onde fiscalização e controle demandam maior estrutura. A AESA mantém sistemas de monitoramento contínuo, assegurando efetividade do controle, embora a

atuação em algumas regiões possa ser aprimorada. Considerando os critérios de avaliação, atribuiu-se o escore de 0,80 à outorga, evidenciando uma gestão consolidada com espaço para melhorias.

A cobrança pelo uso dos recursos hídricos posiciona a Paraíba como pioneira no Nordeste e no Brasil. Regulamentada pelo Decreto Estadual nº 33.613/2012 (PARAÍBA, 2012) e operacionalizada a partir de 2015, a cobrança enfrenta desafios que dependem do cadastro de usuários e da emissão de outorgas, essenciais para ampliação de sua abrangência. Limites de isenção ainda necessitam de revisão junto aos CBHs e ao CERH. A arrecadação é considerada satisfatória, com saldo de R\$ 38,6 milhões no FERH (AESÁ, 2025), e os planos de aplicação são transparentes. O escore atribuído à implementação do instrumento foi de 0,80.

O Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos da Paraíba apresenta bom grau de consolidação, com dados regularmente inseridos e revisados, garantindo suporte técnico e transparência. O portal institucional, incorpora Geoportais, SIGPlanos e mais recentemente os dados do SEIRA, tornando o acesso mais moderno e dinâmico. Apesar de limitações na interoperabilidade, o desempenho do sistema é satisfatório, com escore de 0,80.

Os Comitês de Bacias Hidrográficas estaduais, criados em 2006 (PARAÍBA, 2006) apresentam funcionamento contínuo e fortalecido, cumprindo integralmente as metas do Progestão (ANA, 2025). Mais de 90% do território estadual está coberto por comitês instituídos, com desempenho equilibrado entre as bacias. Os CBHs desenvolvem ações voltadas à melhoria quantitativa e qualitativa das águas e à aplicação dos recursos da cobrança, recebendo escore de 0,98, refletindo excelente nível de consolidação e efetividade institucional.

A participação social na gestão hídrica estadual é incentivada através dos mecanismos de consulta, especialmente por meio da AESA e da atuação nos CBHs. A participação ainda se concentra em espaços formais e enfrenta limitações relacionadas representatividade equilibrada entre os segmentos. Considerando esses aspectos, foi atribuído o escore de 0,75, destacando a necessidade de avanços na representatividade e no equilíbrio de poder decisório.

Em síntese, a gestão de recursos hídricos da Paraíba apresenta instrumentos consolidados e funcionais. Os escores atribuídos apesar de refletirem uma avaliação técnica pontual, baseada no estágio de implementação dos instrumentos, podem apontar áreas prioritárias para o fortalecimento do sistema de gestão hídrica estadual.

Com os escores atribuídos, calculou-se o IDGRH, através da equação abaixo.

$$\begin{aligned} IDGRH &= (0,20 * 0,90) + (0,15 * 0,50) + (0,15 * 0,80) + (0,15 * 0,98) \\ &\quad + (0,15 * 0,80) + (0,10 * 0,80) + (0,05 * 0,75) \end{aligned}$$

$$IDGRH = 0,7595 \text{ ou } IDGRH = 0,76$$

Com isso, a aplicação do Índice de Desempenho da Gestão dos Recursos Hídricos, classificou a Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba como GESTÃO BOA, pois o valor de 0,76 encontra-se na faixa de desempenho (0,70 - 0,84).

CONCLUSÕES

A síntese dos achados aponta para um sistema de gestão hídrica consolidado e em evolução na Paraíba, mas que pode avançar conforme os aspectos destacados na avaliação. Por fim, é importante destacar os limites e perspectivas futuras desta avaliação. Propõem-se, portanto, estudos complementares com dados primários, entrevistas e outras análises, as quais poderão enriquecer futuras avaliações através do IDGRH.

REFERÊNCIAS

- AESA. *Planos de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas Litorâneas da Paraíba - PRHBHL*. João Pessoa-PB: Agência Executiva de Gestão das Águas da Paraíba, 2025.
- AESA. *Fundo Estadual de Recursos Hídricos - FERH*. João Pessoa: Agência Executiva de Gestão das Águas da Paraíba, 2025. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/transparencia/>.
- AESA. *Plano Estadual de Recursos Hídricos da Paraíba*. João Pessoa-PB: Agência Executiva de Gestão das Águas da Paraíba, 2006; 2022.
- AESA. *Relatório anual sobre a situação dos recursos hídricos do estado da Paraíba*. João Pessoa-PB: Agência Executiva de Gestão das Águas da Paraíba, 2024.
- ANA. *Progestão no Estado da Paraíba*. Brasília: Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, 2025. Disponível em: <https://progestao.ana.gov.br/progestao/mapa/pb/>.
- BRASIL. *Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997*. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 9 jan. 1997.
- PARAÍBA. *Decreto nº 27.560, de 04 de setembro de 2006*. Institui o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba e dá outras providências.
- PARAÍBA. *Decreto nº 33.613, de 17 de setembro de 2012*. Regulamenta a cobrança pelo uso da água bruta de domínio do Estado da Paraíba, e dá outras providências.
- PARAÍBA. *Decreto nº 19.260, de 31 de outubro de 1997*. Regulamenta a outorga do direito de uso dos recursos hídricos e dá outras providências.
- PARAÍBA. *Lei Estadual nº. 6.308, de 02 de julho de 1996*. Institui a Política Estadual de Recursos Hídricos, suas diretrizes e dá outras providências.
- SAATY, T.L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process - AHP*. McGraw-Hill.
- SUDEMA. *DZ 201 – Classificação das águas interiores do Estado*. João Pessoa-PB: Superintendência de Administração do Meio Ambiente, 1988.

Área: Educação Ambiental e Conscientização Pública

COMITÊ NAS ESCOLAS: O CASO DA ECIT PRESIDENTE JOÃO GOULART

Thiago da Silva Farias¹; Liliane Alves Chagas²; Janília Paula Rego Pereira³; Gezair Costa de Melo França⁴

¹Mestre em Geografia – UFPB, Professor na Secretaria de Educação da Paraíba - SEE/PB, thfarias@hotmail.com

²Doutora em Educação – UFPB, Professora na Secretaria de Educação da Paraíba - SEE/PB, liliane.chagas@professor.pb.gov.br

³Graduada em Ciências Biológicas - UFPB, Professora na Secretaria de Educação da Paraíba - SEE/PB, janilia_paula@hotmail.com

⁴Diretora da ECIT João Goulart, Secretaria de Educação da Paraíba - SEE/PB, gezairf@gmail.com

E-mail do autor correspondente: thfarias@hotmail.com

RESUMO: A temática ambiental tem se tornado cada vez mais importante no século XXI, muito em função do atual processo de mudanças climáticas que tem ocorrido em escala global, impactando as sociedades e, principalmente na disponibilidade de recursos naturais fundamentais para a humanidade, entre eles a água. Diante disso, a educação emerge como uma das principais ferramentas de conscientização e combate acerca destes fenômenos. Dentre as diversas possibilidades da Educação Ambiental destaca-se o projeto “Comitê nas Escolas”. Dessa forma, o objetivo deste trabalho é relatar as experiências deste projeto na ECIT Presidente João Goulart. A metodologia adotada para este trabalho está baseada no método descritivo, e tem como foco o relato de experiência das ações do projeto na referida unidade escolar. As ações do projeto foram divididas em três momentos, onde ocorreram palestras, aulas contextualizadas e produção de materiais artísticos-educacionais. Os resultados deste estudo apontam o potencial das ações de Educação Ambiental contextualizadas e com enfoque em temáticas que estão presentes no cotidiano não apenas dos estudantes, mas da comunidade escolar como um todo.

Palavras-chave: Água; Comitê nas Escolas; Educação Ambiental; Recursos Hídricos.

INTRODUÇÃO

A temática ambiental tem se tornado cada vez mais importante no século XXI, muito em função do atual processo de mudanças climáticas que tem ocorrido em escala global, impactando as sociedades e, principalmente na disponibilidade de recursos naturais fundamentais para a humanidade, entre eles, a água.

Diante disso, a educação emerge como uma das principais ferramentas de conscientização e combate acerca destes fenômenos. Nesse contexto, a Política Nacional de Educação Ambiental (BRASIL, 1999) destaca que a compreensão sobre o meio ambiente se constitui como um valor inseparável do exercício da cidadania. A própria Política Nacional de Recursos Hídricos (BRASIL, 1997) ressalta a importância da educação ambiental e da participação social como um dos pilares centrais da cidadania e na busca por um ambiente equilibrado (MLYNARZ & MONTENEGRO, 2013).

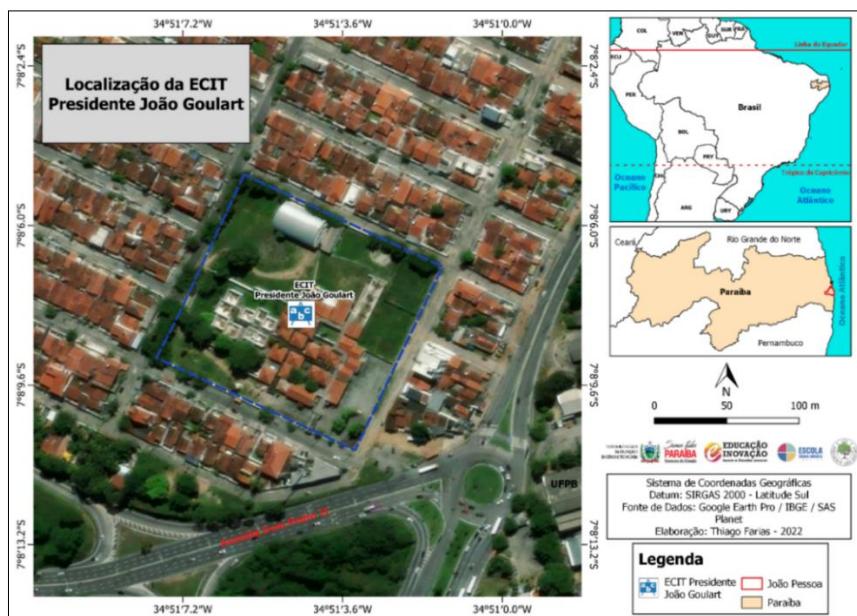
Dentre as diversas possibilidades da Educação Ambiental destaca-se o projeto “Comitê nas Escolas”. Iniciado em 2021, o projeto executado pela Agência Executiva de Gestão das Águas da Paraíba - AESA/PB e os Comitês de Bacias Hidrográficas da Paraíba, em parceria com diversas instituições, e tem como objetivo capacitar professores e gestores de escolas públicas acerca da educação ambiental e dos recursos hídricos (AES, 2025). Dessa forma, o objetivo deste trabalho é relatar as experiências deste projeto na ECIT Presidente João Goulart.

METODOLOGIA

ÁREA DE ESTUDO

A Escola Cidadã Integral Técnica Presidente João Goulart – ECIT João Goulart situa-se no bairro do Castelo Branco, João Pessoa - PB (Figura 1). A escola localiza-se próximo à Universidade Federal da Paraíba - UFPB, e pertence à 1^a Gerência Regional de Ensino – GRE, da Secretaria de Educação da Paraíba – SEE/PB. Desde 2018 a escola integra modelo de Escola Cidadã Integral Técnica – ECIT e, para 2025, oferta três cursos técnicos: Gastronomia, Hospedagem e Informática, com um total de 162 estudantes matriculados, distribuídos em 8 turmas: Três dos 1º anos; Três dos 2º anos e duas turmas de 3º anos.

Figura 1: Localização da ECIT João Goulart.



Fonte: Autor (2022)

MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia adotada para este trabalho está baseada no método descritivo, e tem como foco o relato de experiência das ações do Projeto Comitê nas Escolas na ECIT João Goulart. De acordo com Gil (1995), as pesquisas descritivas têm como principal objetivo a caracterização

de determinada população, fenômeno ou evento e o estabelecimento de relações entre as variáveis. Selltiz et al. (1965), destaca que este tipo de pesquisa busca descrever um fenômeno ou situação em detalhe, especialmente o que está ocorrendo, permitindo abranger, com exatidão, as características de um indivíduo, uma situação, ou um grupo, bem como desvendar a relação entre os eventos.

As ações do projeto, foco deste estudo, foram divididos em três momentos, os quais ocorreram entre os dias 22 a 25 de setembro de 2025 nas dependências da escola, tendo como foco os estudantes das 1^a séries do ensino médio da escola, que contou ao todo com 90 estudantes participantes. De modo geral, estes momentos utilizaram diferentes recursos, desde vídeos da Agência Nacional das Águas (ANA), bem como os materiais do kit do projeto, fornecidos pela AESA e objetivaram trazer uma abordagem interdisciplinar acerca dos recursos hídricos, com ações teóricas e práticas que tinham como foco impulsionar a compreensão das temáticas abordadas por parte dos estudantes participantes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O primeiro momento da ação do projeto na escola, realizado no dia 22 de setembro, ocorreu através de uma palestra, feita juntamente com uma ação da Companhia de Água e Esgoto da Paraíba (CAGEPA), em conjunto com o projeto “Água na Medida”. Essa ação teve como temática central os biomas, conteúdo abordado na disciplina de Geografia. Nela foi destacada a importância dos biomas e florestas para a regulação climática e para a preservação, presença e qualidade da água nas bacias hidrográficas. Após a finalização da palestra, os estudantes puderam plantar 5 árvores nativas (Ipês rosas e amarelos, e pau-brasil), nas áreas comuns da escola, conforme indica a figura 2.

Figura 2: Ações realizadas na ECIT João Goulart no Contexto dos Projetos Comitês nas Escolas e Água na Medida.

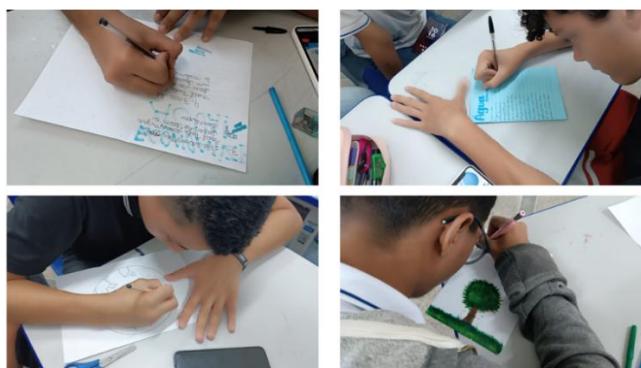


Fonte: Autores.

A segunda ação ocorreu nas aulas de Geografia, nos dias 23 e 24 de setembro. A aula teve como tema “Ciclo da Água, Bacias Hidrográficas e Mudanças Climáticas”, onde foram apresentados conceitos fundamentais relacionados com a temática da aula, bem como exemplos a nível local, como as bacias hidrográficas da Paraíba e as bacias onde a escola está inserida. Nesta aula, os estudantes puderam aprender sobre as agências responsáveis pela gestão das águas, a nível nacional (ANA) e a nível estadual (AESA). Por fim, os mesmos puderam entender o conceito de mudanças climáticas e como esse processo impacta na disponibilidade, qualidade e gerenciamento dos recursos hídricos.

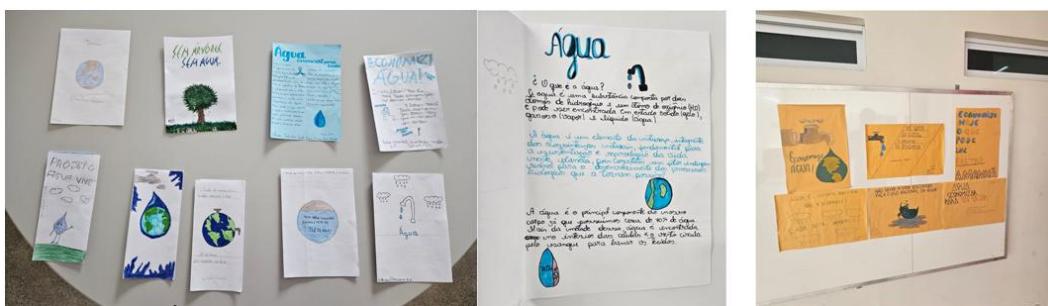
A terceira e última etapa foi realizada no dia 25/09/2025, nas aulas de Artes. Apesar dos conhecimentos e experiências anteriores, os estudantes produziram materiais artísticos e educativos que ressaltam a importância da água, da preservação ambiental e dos demais temas debatidos. Estes materiais foram fixados nos espaços coletivos da escola, com o objetivo de conscientização, individual e coletiva sobre a temática da água, finalizando assim, as ações deste conjunto de aulas e do projeto na escola.

Figura 3: Produção dos Materiais Artísticos e Educacionais, na disciplina de Artes, no contexto do Projeto Comitê nas Escolas na ECIT João Goulart.



Fonte: Autores.

Figura 5: Materiais Artísticos e Educacionais produzidos na disciplina de Artes e fixados nos espaços coletivos da ECIT João Goulart..



Fonte: Autores.

CONCLUSÕES

Os resultados deste estudo apontam o potencial das ações de Educação Ambiental contextualizadas e com enfoque em temáticas que estão presentes no cotidiano não apenas dos estudantes, mas da comunidade escolar como um todo.

É fundamental ressaltar a importância de ações e projetos como o Comitê nas Escolas para a formação dos estudantes, principalmente em três aspectos. O primeiro em conciliar a teoria e a prática acerca dos conteúdos que os estudantes observam em sala de aula. O segundo, em apresentar à população a atuação e funcionamento dos órgãos de gerenciamento das águas e as instâncias onde essa (população) pode e deve estar presente e participando de decisões que impactam o seu cotidiano. E por fim, a oportunidade de capacitação ao corpo docente, de forma que os conhecimentos adquiridos se tornem constante em suas práticas docentes.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DE ÁGUAS DO ESTADO DA PARAÍBA – AESA. (Org.). Projeto Comitês nas Escolas. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/programas/projeto-comites-nas-escolas/>. Acesso em: 21 out. 2025.
- BRASIL. Lei Federal n.9437, de 08 de janeiro de 1997 - Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.
- BRASIL. Política Nacional de Educação Ambiental, Lei 9795. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 27 abr. 1999.
- GIL, A. C.. Métodos e Técnicas e Pesquisa Social. 4^a. ed. São Paulo: Atlas, 1995. v. 1. 206p
- MLYNARZ, R. B. ; MONTENEGRO, L. R. . Promoção de diálogos para a Educação Ambiental e cidadania pelas águas: o desafio do desenho metodológico. Ministério do Meio Ambiente, 2013, v. , p. 21-28.
- SELLTIZ, C.; WRIGHTSMAN, L. S.; COOK, S. W. Métodos de pesquisa das relações sociais. São Paulo: Herder, 1965.

Área: Qualidade de água

DESEMPENHO COMPARATIVO DE DESSALINIZADORES SOLARES APLICADOS AO SEMIÁRIDO DA PARAÍBA

Vanessa Rosales Conserva¹; Karyna Steffane da Silva²; Camylla Barbosa Silva³; Daiane Silva de Abreu Benedito⁴, Kênia Kelly Freitas Sarmento⁵; Carlos Antônio Pereira de Lima⁶

^{1,2,3,4,5,6}Pós graduação de Ciências e Tecnologia ambiental, Universidade Estadual da Paraíba-UEPB,
E-mail do autor correspondente: rosales.v@visitante.uepb.edu.br

RESUMO: O presente estudo avaliou a produção de água dessalinizada em um sistema de destilação solar com três dessalinizadores na cidade de Campina Grande para tratar a água salobra subterrânea, observando a influência da radiação solar no rendimento do processo. Os resultados demonstraram que a produção de destilado acompanhou diretamente a variação da radiação ao longo do dia, evidenciando o impacto das condições climáticas sobre o desempenho do sistema. O destilado D1 apresentou a maior produção, atingindo $2403 \text{ mL} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{dia}^{-1}$, seguido de D2 com $2089 \text{ mL} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{dia}^{-1}$ e D3 com $1853 \text{ mL} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{dia}^{-1}$. Esses valores indicam boa eficiência na conversão da energia solar em energia térmica útil ao processo de evaporação e condensação da água. Conclui-se que a tecnologia estudada apresenta potencial promissor para a obtenção de água potável em regiões semiáridas, contribuindo para o aproveitamento sustentável dos recursos hídricos locais e para a mitigação dos impactos da escassez hídrica.

Palavras-chave: Energia solar; dessalinização, semiárido, escassez de água.

INTRODUÇÃO

Existe uma estimativa que em torno de 3,5 milhões de pessoas morrem anualmente devido ao suprimento inadequado de água potável, reforçando assim o papel da água como um recurso global crítico (LUO, YOUNG e REIG, 2015). Somado a isso, o crescimento populacional proporcional ao aumento da demanda de água está tornando-se um grande problema, e o acesso à água potável está cada vez mais difícil, principalmente para pessoas que vivem em áreas remotas afastadas dos centros urbanos (HAMED et al., 2015; SHANONN et al., 2010).

Segundo Ageitec (2016), a predominância de rochas cristalinas no subsolo em grande parte do Semiárido brasileiro impõe características salobras e salinas às águas subterrâneas, dificultando seu aproveitamento para consumo humano. Em geral, os sistemas aquíferos apresentam vazões inferiores a $3,0 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ e teores de sólidos dissolvidos totais, em média, $3,0 \text{ g. L}^{-1}$, com predominância de cloretos. Contudo, uma alternativa para resolver o problema da escassez hídrica no semiárido seria a união de tecnologias que ofereçam baixo custo e alta eficiência somando aos recursos naturais disponíveis, como por meio da dessalinização via energia solar. A dessalinização solar é uma técnica simples, atrativa, com requisitos mínimos de fabricação e

manutenção, em comparação com outros processos. Neste sentido, o desafio é produzir água potável através da dessalinização solar, com custo acessível.

Marinho et al. (2015) descrevem que em regiões, que a intensidade de radiação solar disponível é média e alta, como o semiárido brasileiro (radiação solar global entre 500 e 900W.m⁻², durante 6 a 7 horas em dias sem nuvens), o dessalinizador pode ser utilizado, não só para retirada de sais, mas também para o tratamento da água no que concerne a eliminação de microrganismos vivos. Uso de tecnologias de dessalinização, mostra-se uma ferramenta eficiente na promoção de água potável, em outras palavras, as tecnologias têm buscado fornecer uma água segura, que atenda os parâmetros estabelecidos pela Portaria nº 888 de 04 de maio de 2021 do Ministério da Saúde que altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5 de 28 de setembro de 2017, que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade (BRASIL, 2021). O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho de três dessalinizadores solares tipo escada para uso no semiárido paraibano, foi verificado a produtividade de água destilada e os perfis de temperatura dos dessalinizadores.

METODOLOGIA

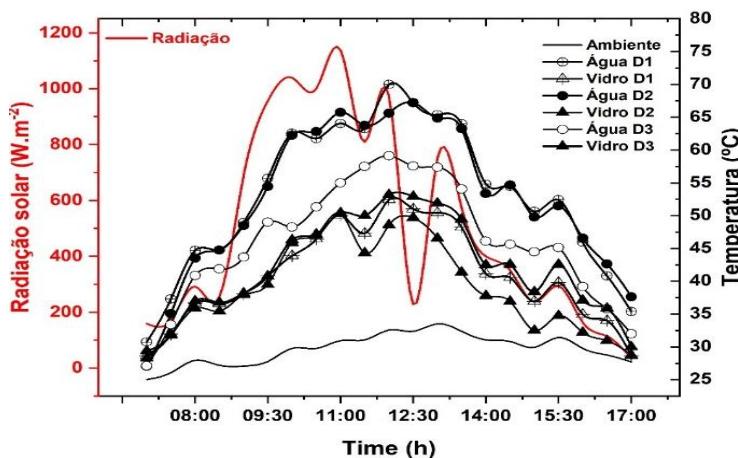
Os ensaios experimentais com os dessalinizadores foram conduzidos nas dependências externas do Centro de Ciências e Tecnologia (CCT) da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) – Campus I, situado no bairro de Bodocongó, na cidade de Campina Grande – PB. Os três dessalinizadores solares foram avaliados de forma simultânea, com o objetivo de comparar e compreender os resultados obtidos desempenho térmico do sistema de dessalinização solar. Os experimentos foram conduzidos em regime de batelada, no período das 7h às 17h. As medições dos parâmetros analisados foram registrados a cada 30 minutos

A água tratada foi proveniente de um poço artesiano localizado na zona rural do município de Barra de Santana/PB, pertencente à região do semiárido paraibano. O sistema de dessalinização solar utilizado neste estudo é composto por três dessalinizadores solares de mesmo modelo e de fácil operação e baixa perda térmica, equipado com uma placa absorvedora de calor ondulada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

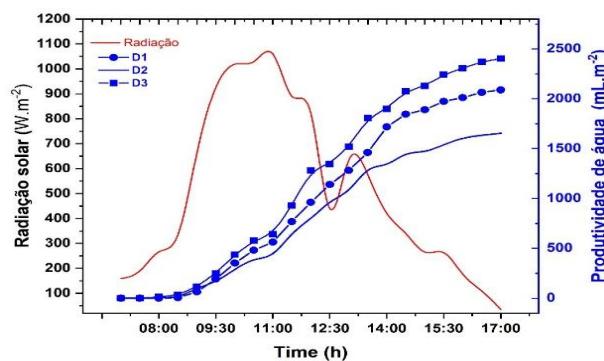
Inicialmente, foi realizada a calibração dos três dessalinizadores solares operando no modo passivo. O objetivo desse procedimento foi analisar o comportamento térmico de cada unidade, com foco no perfil de temperatura da água e do vidro, garantindo que todos apresentassem condições semelhantes de operação. Essa etapa foi essencial para validar a uniformidade dos sistemas. Na Figura 1 ilustra o perfil de temperatura associado a radiação solar dos três dessalinizadores solar.

Figura 1- Perfil de temperatura e radiação solar dos três dessalinizadores solar



Com base nos resultados obtidos durante a etapa de calibração, essa estratégia experimental permitiu a alocação mais adequada das tecnologias complementares. A Figura 2, apresenta o perfil de temperatura dos dessalinizadores em comparação a produtividade de água acumulada.

Figura 2- Perfil de produtividade dos três dessalinizadores solar



Observa-se que a produção de destilado D1 acompanha a variação da radiação solar, sendo evidenciado uma produção acumulada diária de $2403 \text{ mL.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$. Observa-se que o D2, e

quantidade de água dessalinizada no valor de 2089 mL.m⁻². O D3 apresenta como produção diária de água dessalinizada de 1853 mL.m⁻².dia⁻¹.

Para a análise de desempenho do sistema de dessalinização, foram considerados os dados experimentais obtidos ao longo de 12 meses de monitoramento. A partir dessa base de dados, foi selecionado um dia representativo, com condições típicas de operação, para apresentar os resultados de temperatura dos componentes do dessalinizador e da produtividade de água (instantânea e acumulada). A escolha desse dia se baseou na similaridade com a média das condições climáticas e operacionais observadas durante o período avaliado, visando garantir uma análise fiel e representativa do comportamento do sistema.

Foram realizadas análises físico-químicas de diversos parâmetros de potabilidade das amostras, com o objetivo de avaliar a capacidade do dessalinizador solar. De acordo com os parâmetros físico-químicos, constatou-se que a dessalinização da água salobra pelo processo solar foi eficaz, uma vez que a condutividade elétrica, os cloretos, a dureza, os sólidos dissolvidos totais, a turbidez e o sódio não ultrapassaram os limites estabelecidos para potabilidade. A Tabela 1 apresenta a média dos parâmetros físico-químicos da água bruta e dessalinizada.

Tabela 1- Parâmetros físico-químicos da água bruta e dessalinizada

Parâmetros	Água salobra	água destilada D1	água destilada D2	Água destilada D3	V.M.P.*
Cloreto mg Cl⁻ L⁻¹	308	32	36	34	250,0
Turbidez NTU	6,00	1,36	1,29	1,40	5,0
pH	7,8	6,1	6,5	6,4	6,0 – 9,0
Alcalinidade mg CaCO₃.L⁻¹	300,13	41	43,5	42	125,0
Dureza mg CaCO₃.L⁻¹	312	27,7	29,3	25,6	500,0
Condutividade elétrica μS.cm⁻¹	2.129,03	26,01	27,20	25,4	10 - 100
Sódio mg Na⁺.L⁻¹	753	0	0	0	200,0
Cor Aparente uH	79	2,9	3,2	3,1	15,0
Potássio mg. L⁻¹	91	0	0	0	-

Fonte: *Valor máximo permitível pela Portaria nº 888 de 04 de maio de 2021 do Ministério da Saúde

Com base nos resultados obtidos, verifica-se que a água tratada atende aos critérios de potabilidade estabelecidos pela Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021. Os parâmetros físico-químicos avaliados demonstram que a água destilada pelos dessalinizadores solar do tipo

cascata estão em conformidade com os limites regulamentares, evidenciando a eficácia da tecnologia aplicada no processo de dessalinização da água.

CONCLUSÕES

Observa-se que a produção de destilado apresentou comportamento diretamente proporcional à variação da radiação solar ao longo do dia. O destilado D1 obteve o melhor desempenho, com produção acumulada diária de **2403 mL·m⁻²·dia⁻¹**, seguido pelo D2, com **2089 mL·m⁻²·dia⁻¹**, e pelo D3, que alcançou **1853 mL·m⁻²·dia⁻¹**. Esses resultados evidenciam que o desempenho do sistema de dessalinização está fortemente associado à intensidade da radiação solar incidente, demonstrando a eficiência do processo e o potencial do uso da energia solar como fonte sustentável para a produção de água potável em regiões semiáridas. A pesquisa científica desenvolvida oferece soluções inovadoras para enfrentar a escassez hídrica e o limitado acesso à água potável nos municípios paraibanos, com foco nas comunidades rurais do semiárido, onde a disponibilidade de água se restringe, em grande parte, às fontes subterrâneas salobras.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Portaria nº 888 de 04 de maio de 2021 do Ministério da Saúde que altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, dispondo sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.
- HAMED, M. H.; KABEEL, A. E.; OMARA, Z. M.; SHARSHIR, S. W. Mathematical and experimental investigation of a solar humidification–dehumidification desalination unit. **Desalination**, v. 358, p. 9-17, 2015.
- LUO, T.; YOUNG, R.; REIG, P. Aqueduct projected water stress country Rankings. **Technical Note**, v. 16, 2015.
- MARINHO, F. J. L.; TAVARES, A. C.; SANTOS, S. A. D.; MARCOVICZ, F.; CRUZ, M. P.; SOUTO; E. A., ROCHA; E. N. D. Destilador solar destinado a fornecer água potável para as famílias de agricultores de base familiar. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 7, n. 3, p. 53-60, 2012.
- SHANNON, M. A.; BOHN, P. W.; ELIMELECH, M.; GEORGIADIS, J. G.; MARINAS, B. J.; MAYES, A. M. Science and technology for water purification in the coming decades. Nanoscience and technology: a collection of reviews from **nature Journals**, 337- 346, 2010.

Área: Adaptação às Mudanças Climáticas e Gerenciamento de Riscos Hídricos.

DESERTIFICAÇÃO E ESCASSEZ HÍDRICA NO SEMIÁRIDO PARAIBANO: PERCEPÇÕES E DESAFIOS DA AGRICULTURA FAMILIAR EM PATOS-PB

Autores: Brígida Lima Candeia Moura¹; Denize Monteiro dos Anjos²; Iere Caindre Andrade Brito³; José Herculano Filho⁴; Maria da Guia dos Santos⁵

¹ Docente - Instituto Federal da Paraíba – *Campus Patos*.

² Doutora em Geografia - Universidade Federal da Paraíba

³ Engenheiro Agrônomo Prefeitura Municipal de Patos -PB – Secretaria de Agricultura.

⁴ Docente - Instituto Federal da Paraíba – *Campus Patos*.

⁵ Discente- Instituto Federal da Paraíba – *Campus Patos*.

E-mail do autor correspondente: brigida.candeia@ifpb.edu.br

RESUMO

A desertificação é um dos principais desafios ambientais do Semiárido brasileiro, afetando a agricultura familiar e a segurança hídrica das comunidades rurais. Este estudo analisou a percepção de agricultores familiares de Patos-PB sobre a desertificação e a escassez de água. A pesquisa, de caráter descritivo e exploratório, adotou abordagem quali-quantitativa e envolveu 44 representantes de 22 associações rurais. Os dados, obtidos por questionário semiestruturado, foram analisados por estatística descritiva e análise de conteúdo. Verificou-se que 86,4% percebem agravamento da degradação ambiental e apontam a falta d'água como principal obstáculo à produção. Apesar disso, 77,3% desconhecem o processo de desertificação e 86,4% relatam ausência de ações de combate. A predominância da agricultura de sequeiro (77,3%) e o baixo uso de práticas sustentáveis revelam alta vulnerabilidade produtiva. Conclui-se que a escassez hídrica, somada à falta de políticas públicas, amplia os riscos socioambientais e reforça a urgência de ações integradas de gestão da água, assistência técnica e educação ambiental crítica. O estudo foi desenvolvido no âmbito do IFPB *Campus Patos*, com apoio do Edital Interconecta 2025.

Palavras-chave: Semiárido; Desertificação; Agricultura Familiar; Escassez de Água; Sustentabilidade.

INTRODUÇÃO

O Semiárido brasileiro, com mais de 969 mil km², caracteriza-se por baixa pluviosidade, chuvas irregulares e altas temperaturas médias anuais. Em Patos-PB, essas condições impõem desafios constantes à agricultura familiar, base da economia local. Práticas como desmatamento, queimadas e sobrepastoreio intensificam a degradação do solo e favorecem processos de desertificação (SANTOS, 2011; SILVA et al., 2010). Esse fenômeno, resultante da interação entre fatores climáticos e ações humanas, compromete a fertilidade dos solos e a resiliência das comunidades rurais (UNCCD, 2006; SAMPAIO et al., 2003). Compreender as percepções dos agricultores sobre a desertificação e a escassez hídrica é essencial para subsidiar políticas

públicas e estratégias de convivência com o Semiárido. Assim, o estudo buscou analisar as percepções de agricultores familiares de Patos-PB sobre esses processos, identificando desafios e ações de mitigação e adaptação.

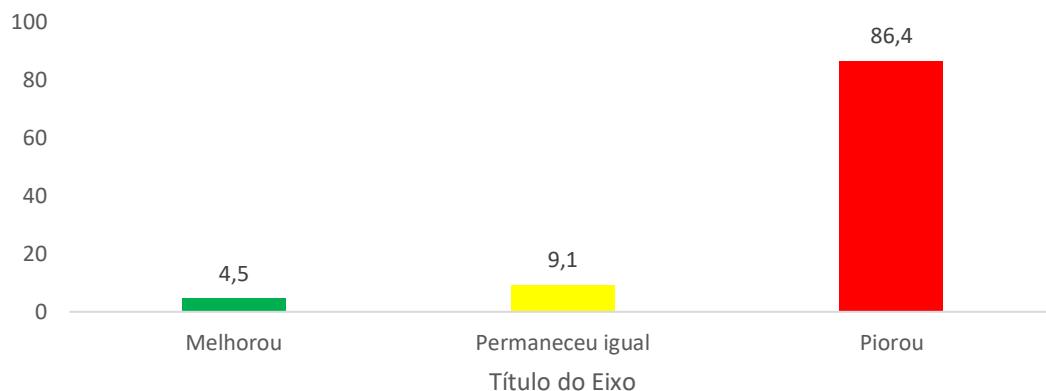
METODOLOGIA

A pesquisa descritivo-exploratória, de abordagem quali-quantitativa, foi realizada em Patos-PB (clima semiárido, BSh) com 44 agricultores de 22 associações rurais, apoiada pela Secretaria Municipal de Agricultura. A coleta ocorreu entre julho e setembro de 2025, por questionário semiestruturado, e os dados foram analisados por estatística descritiva e análise de conteúdo. O estudo seguiu princípios éticos e foi desenvolvido no IFPB *Campus Patos*, com apoio do Edital Interconecta 2025.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

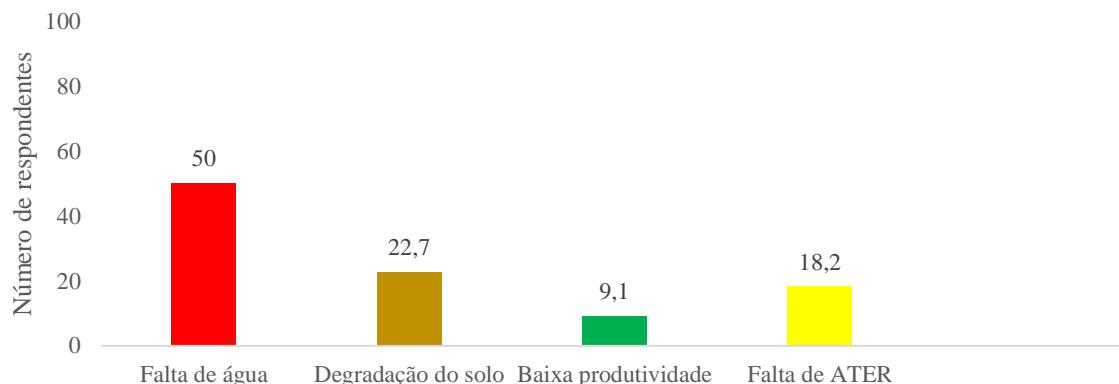
A maioria dos agricultores (86,4%) percebe piora nas condições ambientais, associando-a à redução das chuvas, erosão e falta d'água (Figura 1). A escassez hídrica foi o principal obstáculo apontado (50%), seguida pela degradação do solo (22,7%) e insuficiência de assistência técnica e extensão rural - ATER (18,2%). (Figura 2).

Figura 1. Percepção dos agricultores familiares sobre a evolução da degradação ambiental.



Fonte: Elaboração própria (2025)

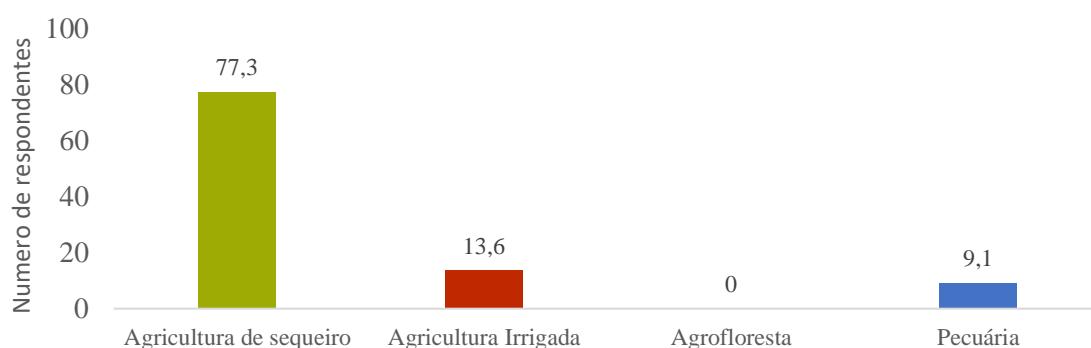
Figura 2. Principais dificuldades enfrentadas pelos agricultores familiares.



Fonte: Elaboração própria (2025)

A predominância da agricultura de sequeiro (77,3%) evidencia dependência das chuvas e vulnerabilidade às mudanças climáticas, com apenas 13,6% utilizando irrigação (Figura 3).

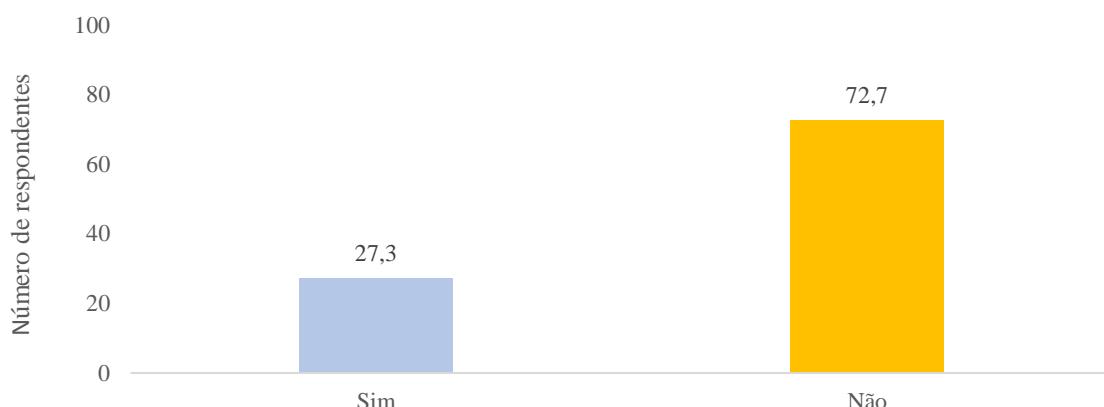
Figura 3. Práticas agrícolas predominantes declaradas pelos agricultores familiares.



Fonte: Elaboração própria (2025).

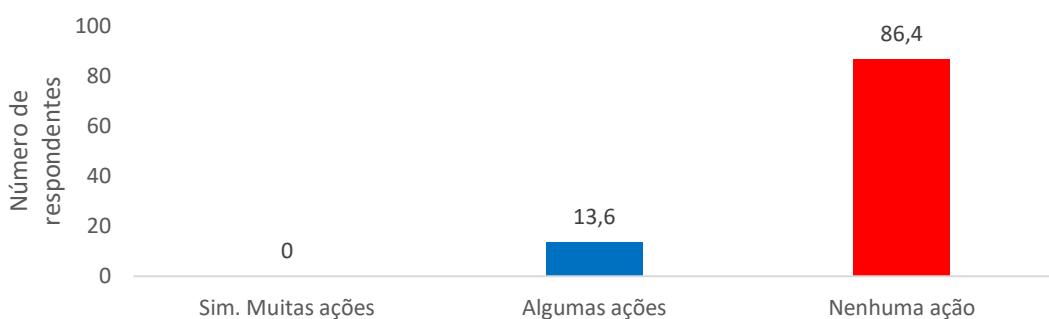
Quanto ao apoio institucional, 72,7% afirmaram não receber suporte governamental e 86,4% relataram ausência de ações de combate à desertificação (Figuras 4 e 5).

Figura 4. Apoio governamental recebido por agricultores familiares.



Fonte: Elaboração própria (2025)

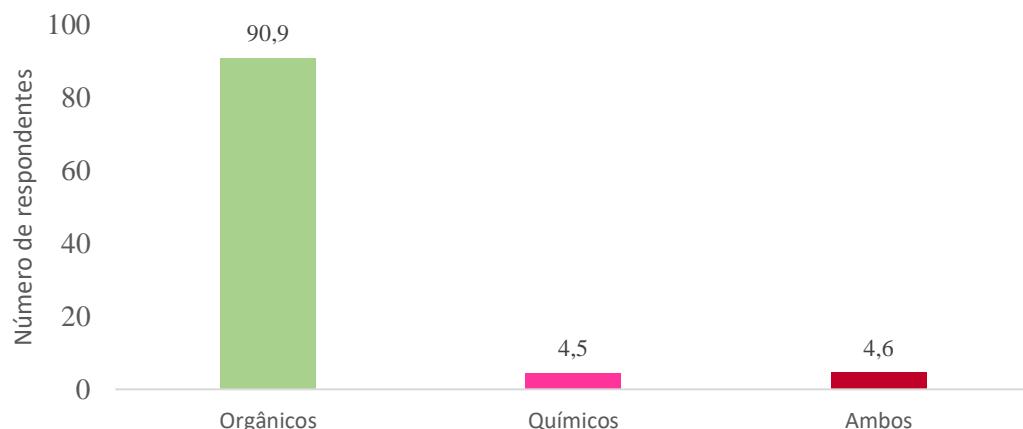
Figura 5. Percepção dos agricultores familiares sobre ações de combate à desertificação.



Fonte: Elaboração própria (2025)

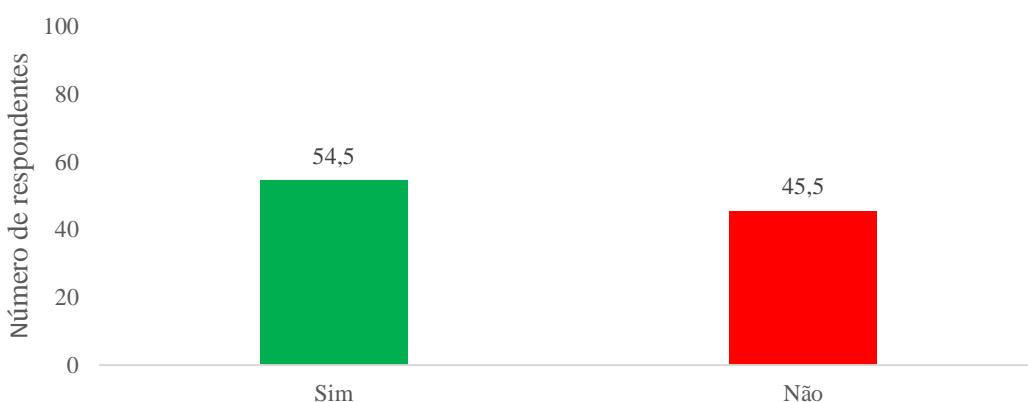
Apesar das dificuldades, 90,9% utilizam adubação orgânica e 54,5% conhecem práticas agroecológicas (Figuras 6 e 7), indicando potencial de transição sustentável. Esses resultados reforçam que a desertificação está associada à má gestão hídrica e à limitação das políticas públicas (EMBRAPA, 2014; BRASIL, 2014).

Figura 6. Percentual de agricultores familiares segundo a utilização de adubos orgânicos, químicos e combinados.



Fonte: Elaboração própria (2025)

Figura 7. Percentual de agricultores familiares quanto ao conhecimento sobre agroecologia.



Fonte: Elaboração própria (2025)

A integração de tecnologias sociais (cisternas, barreiros e barragens subterrâneas) com educação ambiental crítica e ATER participativa surge como caminho promissor para fortalecer a resiliência das comunidades rurais (BARRETO, 2017; ALTIERI, 2012).

CONCLUSÃO

A pesquisa evidenciou que a desertificação e a escassez hídrica são os principais desafios à agricultura familiar em Patos-PB. Os agricultores reconhecem os impactos da falta de água e da degradação do solo, mas apontam ausência de ações efetivas por parte do poder público e das instituições locais, como programas contínuos de assistência técnica e extensão rural (ATER), projetos de captação e armazenamento de água (cisternas, barreiros e barragens subterrâneas), incentivo ao uso de práticas agroecológicas e políticas de fomento à recuperação

de áreas degradadas. Recomenda-se ampliar políticas de acesso à água, incentivar a agroecologia, capacitar em manejo sustentável e fortalecer a assistência técnica. A integração entre saber local, tecnologias sociais e educação ambiental crítica é essencial para mitigar a desertificação e promover o uso racional da água.

REFERÊNCIAS

- ALTIERI, M. A. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. São Paulo: Expressão Popular, 2012.
- BARRETO, J. B. **Tecnologias sociais: algumas técnicas de captação e armazenamento de água utilizadas no semiárido brasileiro**. II Workshop Internacional Água no Semiárido Brasileiro, Campina Grande, 2017.
- BRASIL. **Plano Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca – PAN-Brasil**. Brasília: MMA, 2014.
- EMBRAPA. **Processos de desertificação no Semiárido brasileiro**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2014.
- MALVEZZI, R. **Semiárido: uma visão holística**. Brasília: Confea, 2007.
- SILVA, R. M. **Entre o combate à seca e a convivência com o Semiárido: políticas públicas e sustentabilidade do desenvolvimento**. Fortaleza: Banco do Nordeste, 2007.
- UNCCD. United Nations Convention to Combat Desertification. New York: UN, 2006.

Área: Gestão integrada de recursos hídricos

DETERMINAÇÃO DA CURVA-CHAVE DO RIO PIANCÓ VIA AJUSTE NUMÉRICO PELO MÉTODO DOS MÍNIMOS QUADRADOS

Daniel Conceição do Nascimento¹;Iago Nogueira Pessoa²;Bruno Roberto Ferreira da Silva³;
Tatiana Araujo Simões⁴

¹Departamento de Engenharia Civil e Ambiental , Universidade Federal da Paraíba , Campus I Lot. Cidade Universitária, PB, 58051-900, daniel.conceicao@academico.ufpb.br

²Departamento de Engenharia Civil e Ambiental , Universidade Federal da Paraíba , Campus I Lot. Cidade Universitária, PB, 58051-900, iago.nogueira@academico.ufpb.br

³Departamento de Engenharia Civil e Ambiental , Universidade Federal da Paraíba , Campus I Lot. Cidade Universitária, PB, 58051-900, bruno.roberto3@academico.ufpb.br

⁴Departamento de Computação Científica, Universidade Federal da Paraíba, Campus de Mangabeira, Centro de Informática, tatiana@ci.ufpb.br

E-mail do autor correspondente:daniel.conceicao@academico.ufpb.br

RESUMO:

O presente estudo tem como objetivo principal determinar a curva-chave do Rio Piancó, localizado entre os estados da Paraíba e do Rio Grande do Norte, utilizando o Método dos Mínimos Quadrados. Essa metodologia é aplicada com a finalidade de estabelecer uma relação matemática precisa entre o nível e a vazão do rio, permitindo a estimativa de vazões de forma mais eficiente e econômica. A pesquisa busca superar a dificuldade e o alto custo associados à obtenção de dados contínuos de vazão, que são fundamentais para a gestão e o planejamento dos recursos hídricos em regiões semiáridas, como a bacia do Piancó, frequentemente afetada por longos períodos de estiagem. A definição de uma curva-chave confiável contribui diretamente para o aprimoramento do monitoramento hidrológico, possibilitando o dimensionamento adequado de reservatórios, canais e sistemas de abastecimento. Além disso, os resultados obtidos fornecem subsídios técnicos relevantes para o planejamento e a operação de obras hidráulicas, promovendo uma gestão mais sustentável e eficaz dos recursos hídricos na região.

Palavras-chave: Curva-chave; método dos mínimos quadrados; Recursos hídricos, Rio Piancó.

INTRODUÇÃO

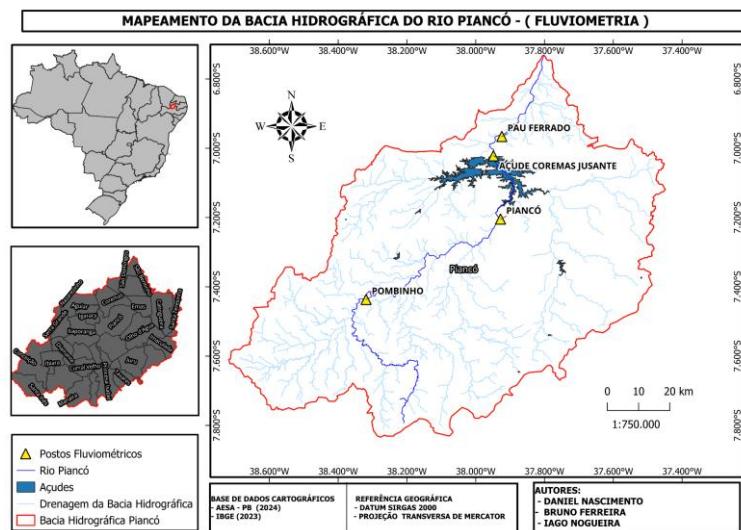
A gestão eficiente dos recursos hídricos é um desafio constante, especialmente em bacias hidrográficas que enfrentam longos períodos de estiagem, como a do Rio Piancó, no semiárido brasileiro. Para um manejo adequado, é fundamental quantificar a vazão da água, isto é, o volume de água que passa por uma determinada seção do rio por unidade de tempo. No entanto, a obtenção de dados de vazão de forma contínua é uma tarefa complexa e onerosa. As medições diretas de vazão são geralmente feitas de maneira pontual, exigindo equipamentos específicos

e mão de obra especializada. Essa dificuldade, somada ao alto custo financeiro e logístico, torna inviável a medição em tempo real e de forma ininterrupta em diversos pontos de uma bacia (COLLISCHONN & DORNELLES, 2013). Para contornar essa limitação, utiliza-se a curva-chave, também conhecida como curva de calibração ou curva de descarga. A curva-chave é uma relação matemática, usualmente expressa por uma equação, que associa o nível da água (cota) à vazão do rio em uma seção específica. Essa ferramenta hidrológica permite estimar a vazão a partir de medições de nível, que são mais simples, rápidas e menos onerosas de se obter. A precisão da curva-chave, no entanto, é crucial para a confiabilidade das estimativas de vazão e, consequentemente, para o planejamento e operação de sistemas hídricos. Este estudo tem como foco a bacia do Rio Piancó, localizada entre a Paraíba e o Rio Grande do Norte, região essencial para a segurança hídrica do sistema Piranhas-Açu. A escassez de dados de vazão contínuos e confiáveis motiva a busca por métodos mais eficientes de calibração. Assim, o trabalho visa determinar a curva-chave do Rio Piancó por meio do Método dos Mínimos Quadrados, técnica numérica que ajusta equações aos dados observados minimizando os erros entre valores medidos e estimados.

METODOLOGIA

A área de estudo corresponde à bacia hidrográfica do Rio Piancó, situada no sudoeste da Paraíba e abrangendo diversos municípios. O Rio Piancó, principal curso d'água da bacia, possui cerca de 208 km de extensão, desde sua nascente na Serra do Umbuzeiro (Santa Inês) até o exutório em Pombal, totalizando 9.228 km² de área e 540 km de perímetro (RODRIGUES et al., 2009). Ele se destaca por concentrar 15 dos 24 reservatórios do sistema Coremas–Mãe d'Água, de grande relevância para o abastecimento e a gestão hídrica regional. Anualmente chove cerca de 821 mm na Bacia do Rio Piancó, sendo cerca de 60% dessa média anual concentrada nos meses de fevereiro, março e abril (LIMA 2004). Com base nos dados da Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba – AESA/PB (2002) foi possível verificar que os pedidos de outorga abrangiam, basicamente, três tipos de demanda: abastecimento humano (demanda prioritária), irrigação e piscicultura. Foram escolhidos quatro postos fluviométricos dispostos no Rio Piancó para a análise de vazão. Dois à montante e dois à jusante do sistema Coremas–Mãe d'água ilustrado na Figura 1.

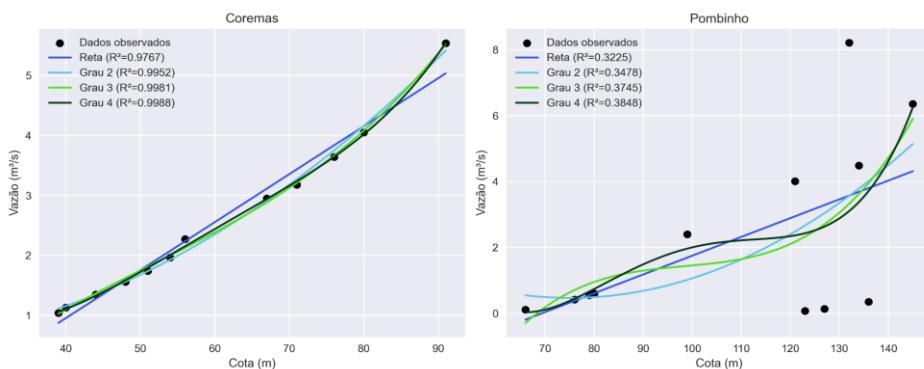
Figura 1. Mapa de Localização Bacia Hidrográfica do Rio Piancó



Fonte: Autores (2025)

Os dados foram obtidos na plataforma Hidroweb, da Rede Hidrometeorológica Nacional (RHN), contemplando medições de nível e vazão em quatro estações fluviométricas do Rio Piancó, com doze registros mensais entre janeiro de 2022 e abril de 2025, abrangendo períodos de cheia e seca. As informações foram organizadas em tabelas e gráficos de dispersão para análise da relação entre cota e vazão. Foram testados polinômios de 1º a 4º grau, sendo o grau 2 selecionado por apresentar bom ajuste e menor custo computacional (Figura 2). Os coeficientes do modelo quadrático foram determinados pelo Método dos Mínimos Quadrados, que minimiza os desvios entre valores observados e estimados, ajustando a equação que melhor representa o comportamento dos dados experimentais.

Figura 2. Gráfico de dispersão das Estações

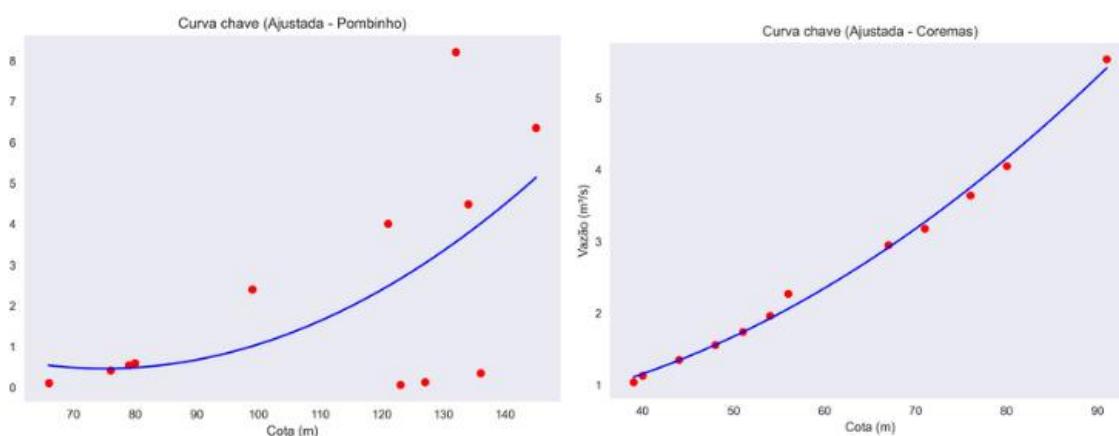


Fonte: Autores (2025)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

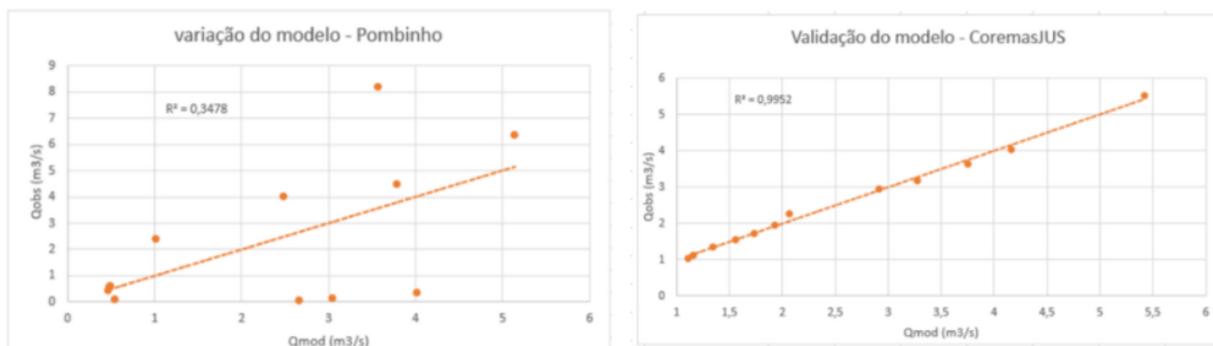
Após a aplicação do script de ajuste da curva-chave, foram obtidas as curvas modeladas e as respectivas retas de referência 1:1 (Figuras 3 e 4), representando o melhor e o pior desempenho. A estação Coremas apresentou o melhor ajuste ($R^2 = 0,9952$), com alta aderência entre valores observados e estimados, enquanto a estação Pombinho apresentou o menor desempenho ($R^2 = 0,3478$). Esses resultados podem indicar que, antes de aprimorar o modelo matemático, é fundamental avaliar a qualidade e consistência dos dados experimentais, uma vez que as demais estações apresentaram comportamento satisfatório.

Figura 3. Curva chave Ajustada



Fonte: Autores (2025)

Figura 4. Comparação da Vazão real com a aproximada



Fonte: Autores (2025)

Do ponto de vista dos métodos numéricos, os dois casos ilustram bem como a qualidade dos dados experimentais influencia diretamente o desempenho do ajuste pelo Método dos Mínimos Quadrados. Mesmo um método matematicamente robusto pode presentar resultados não

satisfatórios quando aplicado a dados com possíveis ruído, erros sistemáticos ou baixa representatividade física.

CONCLUSÕES

A análise dos coeficientes de determinação (R^2) mostrou variações significativas na qualidade dos ajustes entre os postos estudados. O posto Coremas apresentou o melhor desempenho ($R^2 = 0,9952$), indicando alta confiabilidade do modelo, enquanto o posto Pombinho apresentou o menor valor ($R^2 = 0,3478$), refletindo, provavelmente a baixa representatividade dos dados. De acordo com Moriasi *et al.* (2007), valores de R^2 acima de 0,75 são considerados satisfatórios para modelagem hidrológica.

A elevada precisão observada em Coremas, região de grande importância hídrica devido ao Açude Coremas–Mãe d’Água, reforça a aplicabilidade do modelo na estimativa de vazões, operações de reservatório e planejamento de abastecimento, contribuindo para o gerenciamento eficiente dos recursos hídricos, foco do congresso.

Dessa forma, o estudo demonstra que o uso de métodos numéricos aliados a dados consistentes constitui uma ferramenta eficaz para a modelagem hidrológica em bacias semiáridas, reforçando a importância da integração entre monitoramento hidrométrico, fluviométrico e modelagem computacional como base para uma gestão sustentável e orientada por evidências em sistemas críticos como o Coremas–Mãe d’Água.

REFERÊNCIAS

- CHAPRA, S. C. & CANELE, R. P. Métodos Numéricos para Engenheiros. 3º Ed. São Paulo: AMGH, 2008.
- COLLISCHONN, W. & DORNELLES, F. Hidrologia para engenharia e ciências ambientais. Porto Alegre: ABRH, 2013.
- LIMA, C.A.G. (2004). Análise e Sugestões para diretrizes de uso das disponibilidades hídricas superficiais da bacia hidrográfica do Rio Piancó, situada no Estado da Paraíba. Tese de Doutorado - UFCG. Campina Grande – PB, 272p.
- MORIASI, D. N.; *et al.* Model Evaluation Guidelines for Systematic Quantification of Accuracy in Watershed Simulations. Transactions of the ASABE, v. 50, n. 3, p. 885–900, 2007.
- RODRIGUES, A. *et al.* Influência dos Reservatórios a Montante do Sistema Coremas-Mãe D’Água no Processo de Outorga na Bacia Hidrográfica do Rio Piancó-PB. ABR Hidro. 2009.

Área: Qualidade da água

DIAGNÓSTICO DO USO E DA QUALIDADE SENSORIAL DOS RECURSOS HÍDRICOS NA UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA – CAMPUS III (CCHSA)

Nascimento M. A. L.¹; Martins V. A.²; Silva J.V.³; Silva A.M.O.⁴; Rangel I.S.L.⁵

¹Graduanda do Bacharelado em Agroecologia, Universidade Federal da Paraíba, Bananeiras, PB, E-mail: maria.nascimento2@academico.ufpb.br

²Graduando do Bacharelado em Agroecologia, Universidade Federal da Paraíba, Bananeiras, PB, E-mail: martins.v.a.agro@hotmail.com

³Graduando do Bacharelado em Agroecologia, Universidade Federal da Paraíba, Bananeiras, PB, E-mail: jvictorsilva957@gmail.com

⁴Graduanda do Bacharelado em Agroecologia, Universidade Federal da Paraíba, Bananeiras, PB, E-mail: agnnemayara@hotmail.com

⁵Docente do Departamento de Agricultura, Universidade Federal da Paraíba, Bananeiras, PB, E-mail: izabelaisl@yahoo.com.br

E-mail do autor correspondente: maria.nascimento2@academico.ufpb.br

RESUMO: A água é um recurso essencial para a manutenção da vida e para o desenvolvimento de atividades domésticas, industriais e institucionais. Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo caracterizar o uso e a qualidade sensorial dos recursos hídricos no Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias (CCHSA). O estudo foi conduzido por meio de observações diretas e visitas aos setores da instituição, realizando-se análises visuais das características da água, sem o uso de instrumentos laboratoriais. Foram investigados o tipo de captação, a origem do recurso hídrico, a cor e o cheiro da água, além da procedência da água destinada ao consumo humano. Os resultados indicaram que a captação ocorre integralmente por bombeamento, com fontes provenientes de poços artesianos e de um açude. Observou-se que a água dos poços apresenta-se incolor e inodora, enquanto a proveniente do açude mostrou-se turva e com leve odor. A água destinada ao consumo humano é proveniente da aquisição de água mineral. Conclui-se que, embora a distribuição seja eficiente, é necessária uma gestão hídrica contínua e preventiva, com uso racional e monitoramento da qualidade da água.

Palavras-chave: Água; Consumo humano; Poços.

INTRODUÇÃO

Os recursos hídricos são universal, indispensável a todos os seres vivos e às diversas atividades domésticas, industriais e de lazer. Sua qualidade e disponibilidade dependem do equilíbrio ambiental e das práticas de manejo capazes de manter suas características químicas, físicas e biológicas adequadas, essenciais para o uso sustentável desse recurso (ANA, 2023).

As instituições de ensino superior, como espaços formadores de conhecimento e promotoras de práticas sustentáveis, desempenham papel fundamental na gestão racional da água, uma vez que

abrigam atividades que demandam elevado consumo, como laboratórios, áreas agrícolas, setores administrativos e espaços de convivência (RICKES et al., 2024).

Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo caracterizar o uso e a qualidade sensorial dos recursos hídricos na Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Campus III, vinculada ao Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias (CCHSA).

METODOLOGIA

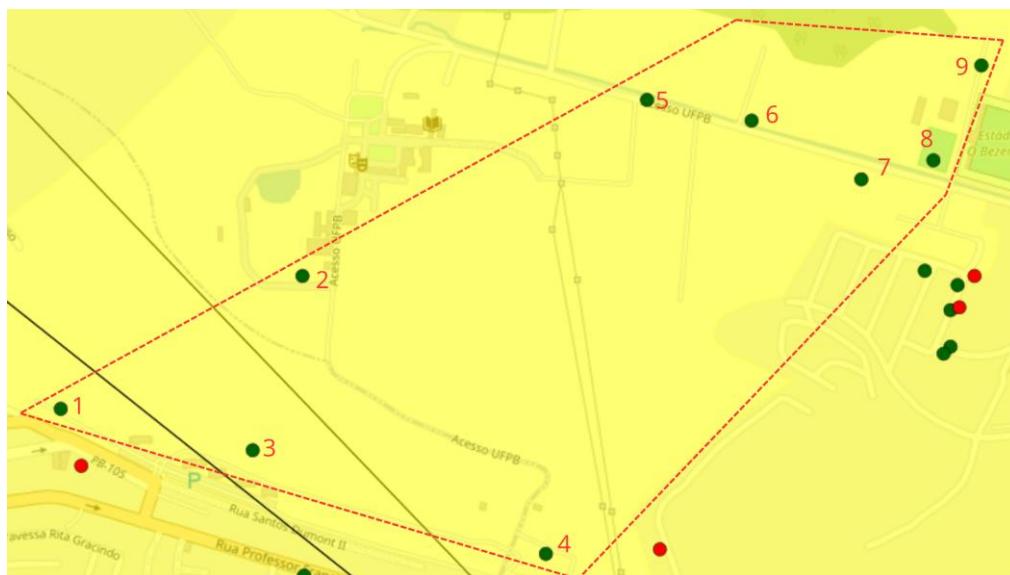
O estudo foi realizado em todos os setores do Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias (CCHSA), Campus III, da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), localizado no município de Bananeiras, Paraíba.

Os dados foram obtidos por meio de visitas técnicas e observações diretas nos setores avaliados, considerando o tipo de captação, a principal fonte de abastecimento, as características sensoriais da água (cor e odor) e sua procedência para o consumo humano. Posteriormente, as informações coletadas foram sistematizadas em tabelas e submetidas à análise qualitativa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise revelou que a captação hídrica da instituição ocorre integralmente por bombeamento, com fontes provenientes de nove poços artesianos (Figura 1), duas nascentes e de um açude. Essa configuração é característica de regiões de clima tropical úmido, onde há disponibilidade de recursos hídricos tanto superficiais quanto subterrâneos. No entanto, torna-se imprescindível o manejo adequado para assegurar a qualidade da água e promover seu uso sustentável desses recursos (RICKES et al., 2024).

Figura 1. Representação dos nove poços artesianos localizados Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias (CCHSA), Campus III, da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), localizado no município de Bananeiras, Paraíba.



Fonte: <http://www.aesa.pb.gov.br>

Após as visitas técnicas, foram diagnosticados 26 locais do Campus III da UFPB, abrangendo setores produtivos, laboratórios, blocos de aula e ambientes administrativos. Em seguida, foi elaborada uma tabela apresentando a procedência da água utilizada nos locais avaliados, indicando o modo de abastecimento, a fonte de captação, as características sensoriais (cor e odor) e a procedência da água destinada ao consumo humano (Tabela 1).

Tabela 1. Descrição do diagnóstico da água utilizada dos locais avaliados do Campus III da UFPB.

Locais	Procedência da água	Captação	Analise sensorial Cor e cheiro	Procedência da água para consumo humano
Lab. Bovinocultura	Açude	Bombeada	Turva e apresenta certo odor	Água mineral
Lab. Ranicultura	Poço artesiano	Bombeamento	Incolor e inodora	Água mineral
Lab. Aquicultura	Açude	Bombeamento	Turva e apresenta odor	Água mineral
Lab. Avicultura	Poço artesiano	Bombeamento	Incolor e inodora	Água mineral
Lab. Agricultura	Poço artesiano	Bombeada	Incolor e inodora	Água mineral

Lab. Cunicultura	Poço artesiano e açude	Bombeamento	Turva e apresenta odor	Água mineral
Lab. Caprinocultura	Poço artesiano	Bombeamento	Incolor e inodora	Água mineral
Lab. Apicultura	Poço artesiano	Bombeamento	Incolor e inodora	Água mineral
Lab. Suinocultura	Poço artesiano	Bombeamento	Incolor e inodora	Água mineral
Bloco Agroecologia	Poço artesiano	Bombeamento	Incolor e inodora	Água mineral
Bloco Administração	Poço artesiano	Bombeamento	Incolor e inodora	Água mineral
Bloco Pedagogia	Poço artesiano	Bombeamento	Incolor e inodora	Água mineral
Bloco Pós Graduação	Poço artesiano	Bombeamento	Incolor e inodora	Água mineral
Blocos Alcides	Açude e poço artesiano	Bombeamento	Turva e apresenta odor / Incolor e inodora	Água mineral
Lab. de Química e Biologia	Poço artesiano	Bombeamento	Incolor e inodora	Água mineral
Lab. de Panificação	Poço artesiano	Bombeamento	Incolor e inodora	Água mineral
Lab. de Físico-Química	Poço artesiano	Bombeamento	Incolor e inodora	Água mineral
Lab. de Laticínio	Poço artesiano	Bombeamento	Incolor e inodora	Água mineral
Direção CAVN	Açude	Bombeamento	Turva e apresenta odor	Água mineral
Direção CCHSA	Açude	Bombeamento	Turva e apresenta odor	Água mineral
Restaurante Universitário	Poço artesiano	Bombeamento	Incolor e inodora	Água mineral
Núcleo de Assistência Estudantil (NAE)	Poço artesiano	Bombeamento	Incolor e inodora	Água mineral
Residência RUF I	Poço artesiano	Bombeamento	Incolor e inodora	Água mineral
Residência RUF IV	Açude	Bombeamento	Turva e apresenta odor	Água mineral
Residência RUM	Poço artesiano	Bombeamento	Incolor e inodora	Água mineral
Residência Pós-Graduação	Poço artesiano	Bombeamento	Incolor e inodora	Água mineral

Fonte: Autoria própria.

Foi possível observar a predominância de água incolor e inodora sendo utilizada em todos os locais avaliados, proveniente dos poços artesianos, indica boa qualidade aparente. Não foi observado o uso dos recursos provenientes das nascentes. Entretanto, é imprescindível o monitoramento físico-químico e microbiológico regular, uma vez que a ausência de cor e odor não assegura a potabilidade do recurso hídrico (BRASIL, 2021).

A água captada do açude apresentou turbidez e odor leve, características que podem estar associadas à presença de matéria orgânica, sedimentos e atividade microbiológica (ARAUJUO et al., 2022). Tais fatores podem comprometer a eficiência em usos como irrigação e dessedentação animal, além de indicar possíveis processos de eutrofização ou contaminação difusa, fenômenos comuns em mananciais expostos à drenagem superficial (COSTA, 2025).

Para todos os locais avaliados, é a água mineral foi verificada como uso exclusivo de para consumo humano demonstra uma medida preventiva e importante para qualidade da saúde humana, mas também evidencia fragilidade na gestão da qualidade da água local, uma vez que o sistema institucional não atende plenamente aos padrões de potabilidade (RICKES et al., 2024). Essa dependência de fontes externas reforça a necessidade de políticas internas de gestão hídrica integrada, contemplando controle de qualidade, uso racional e educação ambiental, conforme preconiza o Plano de Logística Sustentável (PLS) das universidades federais.

De acordo com a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA, 2023), o monitoramento contínuo da qualidade da água é essencial para assegurar a segurança hídrica e a sustentabilidade institucional. Assim, recomenda-se a implantação de um programa de gestão hídrica universitária, com foco no controle de parâmetros físico-químicos e microbiológicos, na reutilização de águas pluviais e na conscientização dos usuários sobre o uso responsável da água.

Além disso, ações de monitoramento participativo, envolvendo estudantes e técnicos, podem promover a integração entre ensino, pesquisa e extensão, fortalecendo o compromisso socioambiental da universidade (SILVA et al., 2021).

CONCLUSÕES

O estudo caracteriza os poços artesianos, de qualidade aparente adequada, e um açude, com água que apresente turbidez e odor leve, como principais fontes de captação dos recursos hídricos no CCHSA/UFPB. O consumo de água mineral para fins humanos e potáveis.

Recomenda-se, portanto, a implementação de um programa de gestão integrada da água, com controle físico-químico e microbiológico, uso racional e ações educativas que envolvam toda a comunidade acadêmica, promovendo sustentabilidade e segurança hídrica no Campus.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil 2023: informe anual.** Brasília: ANA, 2023.

ARAÚJO, L. F. et al. **Análise da cobertura de abastecimento e da qualidade da água distribuída em diferentes regiões do Brasil no ano de 2019.** Ciência & Saúde Coletiva, v. 27, p. 2935-2947, 2022.

BRASIL. **Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021.** Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano. Diário Oficial da União, Brasília, 2021.

COSTA, N. K. A. **Monitoramento físico-químico e microbiológico da água da lagoa do paó: a micofiltração como proposta de melhoria da potabilidade.** 2025.

RICKES, E. R.; GONÇALVES, R. da R.; OLIVEIRA, C. R. de; TESSER, D. P. **Ações sustentáveis das Instituições Federais de Ensino Superior: uma análise das propostas dos Planos de Logística Sustentável.** Revista Gestão Universitária na América Latina, Florianópolis, v. 17, n. 3, p. 200-220, set.-dez. 2024.

SILVA, J. I. A. O. et al. **Gestão e governança da água sob múltiplas visões e casos.** 2021.

Área: Educação Ambiental e Conscientização pública

DINÂMICA DA ÁGUA NO SOLO: ESTUDO DA INFILTRAÇÃO E RETENÇÃO COM ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO

Mikael da Silva Oliveira¹; Ruth Cristina da Silva¹; Juan Pablo da Silva Pereira¹; Alcides Almeida Ferreira¹, Maria Lúcia Mauricio da Silva¹; Danilo Dantas da Silva²

¹Alunos do Departamento de Agrárias e Exatas, CCHA, Universidade Estadual da Paraíba, Catolé do Rocha – PB,
E-mail: mikael.oliveira@aluno.uepb.edu.br

²Professor do Departamento de Agrárias e Exatas, CCHA, Universidade Estadual da Paraíba, Catolé do Rocha – PB, E-mail: daniro20silva@hotmail.com

E-mail do autor correspondente: mikael.oliveira@aluno.uepb.edu.br

RESUMO:

O solo é essencial para a manutenção da vida, servindo de suporte a inúmeros organismos e processos ecológicos. A água, por sua vez, assegura o equilíbrio dos ecossistemas e o funcionamento vital dos seres vivos. A conservação do solo está diretamente relacionada à preservação da qualidade e disponibilidade hídrica; nesse contexto, a educação ambiental tem papel fundamental na promoção do uso racional e na valorização desses recursos. Este trabalho teve como objetivo proporcionar a alunos do ensino médio uma compreensão teórico-prática sobre a dinâmica da água no solo, com ênfase nos processos de infiltração e retenção. As atividades foram desenvolvidas por discentes do curso de Agronomia da Universidade Estadual da Paraíba, durante ações de extensão da disciplina Física do Solo. Participaram duas turmas da 1º série do ensino médio da Escola Agrotécnica do Cajueiro, em Catolé do Rocha – PB, totalizando 72 alunos. As ações incluíram palestras sobre a dinâmica da água no solo, uso de maquetes e prática experimental envolvendo infiltração em solos de diferentes texturas e sob efeito da matéria orgânica. A vivência possibilitou aos estudantes compreender, de forma aplicada, a importância da infiltração e retenção da água, reforçando a relação entre manejo adequado, conservação hídrica e sustentabilidade ambiental.

Palavras-chave: Aprendizagem Ativa; Educação Ambiental; Recursos hídricos.

INTRODUÇÃO

O solo pode ser definido como a camada superficial da Terra que sustenta a vida, servindo como meio de desenvolvimento das plantas e habitat de inúmeros organismos. É um recurso natural essencial, vivo e não renovável, composto por frações minerais, matéria orgânica, água e ar. Seu adequado funcionamento é fundamental para a manutenção dos serviços ecossistêmicos e das atividades humanas. No entanto, processos de degradação, como compactação e erosão, comprometem suas funções (PEREIRA et al., 2021).

Para que o solo apresente boas condições agrícolas, sua composição ideal inclui cerca de 45% de minerais, 5% de matéria orgânica e proporções variáveis de ar e água, geralmente entre 20 e 25% cada. A qualidade do solo depende do equilíbrio entre esses componentes e pode ser

avaliada por indicadores como umidade, densidade, porosidade e cor — atributos mensuráveis que influenciam sua capacidade de sustentar a produção vegetal e outras funções ecológicas, sendo também sensíveis às práticas de manejo (SILVA et al., 2021).

Entre os fatores que determinam a funcionalidade do solo, a dinâmica de água se destacam por influenciarem diretamente o crescimento e o desenvolvimento das plantas. A infiltração é o processo pelo qual a água percola no perfil do solo, através de sua superfície, no sentido vertical descendente. (FURQUIM et al., 2020). Diante disso, o estudo desses atributos é fundamental na formação de estudantes de escolas técnicas e agrotécnicas, contribuindo para uma compreensão prática do manejo sustentável do solo e das culturas.

Neste sentido, o trabalho teve como objetivo proporcionar a alunos 1º série do ensino médio da Escola Agrotécnica do Cajueiro uma compreensão teórica e prática sobre a dinâmica da água no solo, trabalhando os processos de infiltração e retenção hídrica.

METODOLOGIA

O trabalho foi desenvolvido com duas turmas da 1ª série do Ensino Médio Integrado ao curso Técnico em Agropecuária da Escola Agrotécnica do Cajueiro (EAC), vinculada ao Departamento de Agrárias e Exatas da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Campus IV, localizada no Sítio Cajueiro, zona rural do município de Catolé do Rocha – PB. Cada turma era composta por aproximadamente 34 a 38 alunos. As atividades foram conduzidas por discentes do curso de Agronomia da UEPB, no âmbito das ações de extensão vinculadas à disciplina Física do Solo.

O desenvolvimento das atividades seguiu etapas sequenciais (Figura 1), compreendendo: revisão bibliográfica, com levantamento de literaturas relacionadas ao tema; reunião com o professor/orientador da disciplina para organização do material didático a ser utilizado; elaboração de banner expositivo, maquete e demais recursos pedagógicos; palestra com as turmas individualmente; e aplicação do conteúdo em aula teórico-prática.

Figura 1: Metodologia utilizada no desenvolvimento das atividades de extensão com os alunos da Escola Agrotécnica do Cajueiro, Catolé do Rocha – PB.

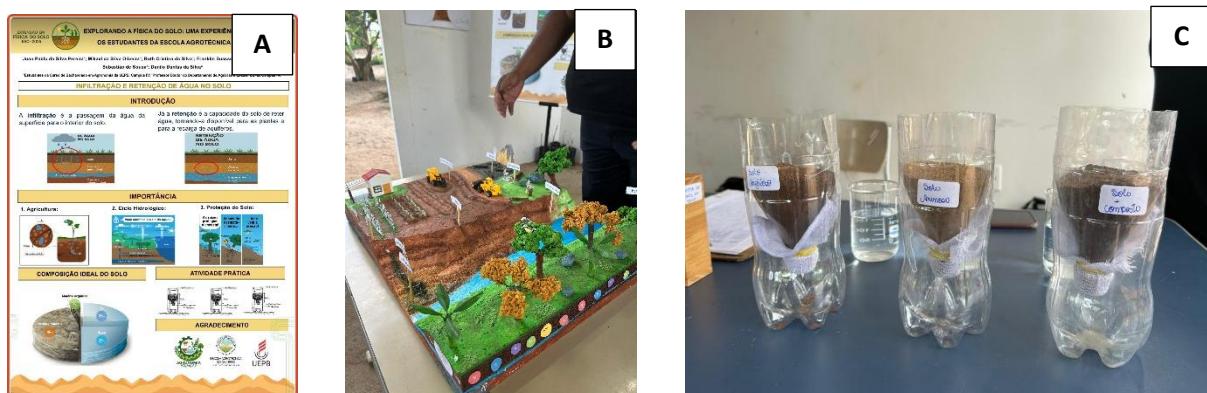


Fonte: Própria (2025).

Para o desenvolvimento das atividades, foram elaborados materiais de apoio que contribuíram para o processo de ensino-aprendizagem dos discentes (Figura 2). Entre esses materiais, destacou-se um banner ilustrativo, utilizado para discutir os conceitos de infiltração e retenção de água no solo, sua importância para a agricultura, o ciclo hidrológico e a proteção do solo, além da composição ideal do solo.

Outro recurso empregado foi uma maquete didática, que abordou diversos tópicos trabalhados durante a aula, como as ações antrópicas sobre o meio ambiente e seus efeitos na dinâmica da água no solo, destacando processos como erosão e lixiviação, diretamente relacionados à gestão hídrica no sistema solo.

Figura 2. Recursos didáticos utilizados nas atividades de extensão sobre a dinâmica da água no solo: banner (A), maquete (B) e simulador (C).



Fonte: Própria (2025).

Por fim, foi confeccionado um simulador de infiltração e retenção de água no solo (Figura 2-C), produzido com materiais recicláveis, como garrafas PET, elásticos e retalhos de tecido. O equipamento permitiu demonstrar o comportamento da água em diferentes tipos de solo — argiloso, arenoso e solo enriquecido com matéria orgânica. Para cada tipo, foram preparadas

amostras de aproximadamente 200 g, totalizando três unidades experimentais utilizadas nas demonstrações em sala. As atividades foram realizadas no dia 4 e 5 de junho de 2025, com duração de duas horas por turma.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As atividades teórico-práticas foram conduzidas no setor de viveiricultura, especificamente na sala de aula vinculada ao viveiro de produção de mudas. Nesse espaço, foi organizada a estrutura necessária para a exposição do material didático e montagem dos recursos expositivos (Figura 3). Em seguida, foram desenvolvidas as atividades com os discentes, integrando momentos de explanação teórica e aplicação prática dos conteúdos.

Figura 3. Exposição do tema “Dinâmica da água no solo” para turmas do ensino médio da Escola Agrotécnica do Cajueiro (EAC), Catolé do Rocha – PB, 2025.



Fonte: Própria (2025).

Durante as atividades observou-se elevado nível de interesse e participação por parte dos discentes, evidenciando engajamento e compreensão do conteúdo abordado. Ao longo da exposição, foram realizados questionamentos e discussões que demonstraram a assimilação dos conceitos trabalhados. A interação entre os alunos, por meio de comentários e perguntas sobre os tópicos apresentados, refletiu uma postura ativa no processo de ensino-aprendizagem e favoreceu a construção coletiva do conhecimento.

Durante a prática com o simulador de infiltração, os alunos puderam observar de forma clara a influência da textura e da matéria orgânica na dinâmica de água no solo, compreendendo como esses fatores interferem diretamente nos processos de conservação e perda hídrica (Figura 4). Essa vivência possibilitou relacionar conceitos teóricos a situações reais, tornando o aprendizado mais significativo e aplicado ao contexto agrícola e ambiental. A utilização de

metodologias ativas favorece a reflexão crítica sobre a importância do manejo adequado do solo e da água, fortalecendo valores e atitudes voltados à sustentabilidade (ONU, 2017).

Figura 4: Participação dos estudantes do ensino médio da Escola Agrotécnica do Cajueiro nas atividades de extensão sobre “Dinâmica da água no solo”, em Catolé do Rocha – PB.



Fonte: Própria (2025).

CONCLUSÕES

As atividades permitiram aos estudantes compreenderem a importância da infiltração e retenção da água no solo, reforçando a relação entre manejo adequado, conservação hídrica e sustentabilidade ambiental. Observou-se engajamento e participação, evidenciando que abordagens teórico-práticas são eficazes no ensino de temas relacionados a solo e água, contribuindo para a formação acadêmica e a aprendizagem significativa dos alunos.

REFERÊNCIAS

- FURQUIM, L. C. *et al.* Infiltração de água e resistência do solo à penetração em sistemas de cultivos integrados e em área de pastagem degradada. **Colloquium Agrariae**, v. 16, n. 5, p. 82–95, 2020.
- PEREIRA, G. E. *et al.* Propriedades físicas de solos sob diferentes sistemas de cultivo de soja em Vacaria, Rio Grande do Sul. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 6, p. 55838-55850, 2021. <https://doi.org/10.34117/bjdv7n6-137>
- ONU - Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura. (2017). **Educação para o Desenvolvimento Sustentável: Diretrizes e Princípios**. UNESCO.
- SILVA, L. L. *et al.* Atributos físicos do solo e produtividade da pastagem em sistema de manejo de integração Lavoura-Pecuária-Floresta. **Scientific Electronic Archives**, v. 14, n. 11, 2021. <https://doi.org/10.36560/141120211445>

Área: Educação Ambiental e conscientização pública

EDUCAÇÃO AMBIENTAL E MATA CILIAR: ENSINANDO SOBRE A IMPORTÂNCIA DO CUIDADO COM OS RECURSOS HÍDRICOS

José Carlos Ferreira¹; Mikael da Silva Oliveira¹; Ruth Cristina da Silva¹; Juan Pablo da Silva Pereira¹, Danielly da Silva lucena²; Maria Lúcia Maurício da Silva²

¹Departamento de Agrárias e Exatas (DAE), Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Catolé do Rocha, PB.
ferreirajohn656@gmail.com

²Professora do DAE, UEPB, Catolé do Rocha, PB. eumaria.agronomia@gmail.com
Autor correspondente: ferreirajohn656@gmail.com

RESUMO:

Os recursos naturais como o solo, as plantas e a água são essenciais para o desenvolvimento dos seres vivos. Os rios e lagos são as principais fontes de água doce do planeta, enquanto as matas ciliares são responsáveis por manterem os recursos hídricos exercendo suas funções normalmente. Sabe-se que as ações antrópicas veem comprometendo esses recursos, nesse sentido a educação ambiental promove conhecimentos acerca do cuidado com o meio ambiente. Com isso, o objetivo com esse estudo foi otimizar o conhecimento dos alunos do 5º ano do ensino fundamental, da Escola Municipal Pedro Marques de Medeiros, localizada em Paulista – PB, sobre os cuidados com a mata ciliar, bem como os recursos hídricos e o meio ambiente. Atividades, como palestras e debates, foram marcadas pela participação moderada dos estudantes, entretanto no momento de identificação dos recursos naturais, os mesmos demonstraram atenção e entendimento acerca dos temas. Portanto, fica evidente que atividades como uma palestra proporciona o fortalecimento acerca entendimento da necessidade de conservação dos recursos naturais. Além disso, atividades como debate e pinturas relacionados ao tema, contribuiu para um maior conhecimento acerca da mata ciliar. Com isso, entende-se que atividades de cunho ambiental são eficazes no aprimoramento de tais conceitos.

Palavras-chave: Ensino; Meio Ambiente; Recursos Naturais; Solo.

INTRODUÇÃO

Os recursos naturais como o solo, as plantas e a água são essenciais para o desenvolvimento dos seres vivos, tais como as plantas, animais e microrganismos. O cuidado com esses recursos é de suma importância, uma vez que o desenvolvimento destes só é possível se ambos estiverem em harmonia. A definição de recursos naturais inclui fatores como recursos minerais, recursos biológicos (animais e plantas), recursos naturais (ar, água e solo) e recursos relacionados (vento solar e correntes oceânicas). Os seres humanos podem utilizá-los para atender às suas necessidades e, dependendo da fonte de energia final, esses recursos são contabilizados como recursos naturais renováveis ou não renováveis (ASSUNÇÃO e DEUS, 2022).

As matas ciliares, recursos responsáveis por manterem os recursos hídricos exercendo suas funções normalmente, são um tipo de vegetação que desempenha o papel de sustentação do solo

nas margens de rios, lagos, etc. A vegetação ripária, além de ser de grande relevância para a manutenção da biodiversidade florística e faunística, exerce o controle da qualidade, quantidade da água e proteção das nascentes (RAMOS *et al.*, 2020).

Sabe-se que as ações antrópicas veem comprometendo esses recursos. Nesse sentido a educação ambiental tem em vista ensinar e prover conhecimentos acerca do cuidado com o meio ambiente. As atividades que envolvem a educação ambiental, buscam fornecer e sensibilizar os cidadãos e suas novas gerações sobre o cuidado com o meio ambiente de forma geral. Ao orientar indivíduos e grupos sociais na compreensão desses problemas, a educação ambiental capacita-os com o conhecimento necessário para entender as complexidades ambientais, cultivando habilidades para resolvê-los de maneira sustentável (ASSIS, VIEIRA MORAIS, 2024).

Para tanto, algumas atividades, a exemplo de palestras, fortalecem a transmissão de conhecimento acerca do cuidado com os recursos hídricos. Além disso, atividades lúdicas desempenham um papel fundamental acerca do cuidado com o meio ambiente e com o planeta Terra. A educação ambiental figura como instrumento na promoção do desenvolvimento sustentável, vez que, amparada na ética ecológica, gera uma conscientização acerca da preservação do planeta (NUNES e BANHAL, 2022).

Diante disso, o objetivo foi otimizar o conhecimento dos alunos do 5º ano do ensino fundamental, da Escola Municipal Pedro Marques de Medeiros, em Paulista – PB, sobre os cuidados que se deve ter em relação à temas como mata ciliar, recursos hídricos e meio ambiente.

METODOLOGIA

O trabalho foi desenvolvido com a turma do 5º ano do ensino fundamental da Escola Municipal Pedro Marques de Medeiros, localizada no sítio Ipueira, município de Paulista, no Sertão paraibano. Caracterizada como escola de campo, a mesma atende a estudantes da comunidade, sendo responsável pela educação de cerca de 300 alunos, matriculados no ensino fundamental I (1º ao 5º ano) e II (6º ao 9º ano).

As atividades desenvolvidas durante o estudo envolveram palestra, rodas de conversa, debates e atividades lúdicas de pintura, na qual os alunos tinham como finalidade identificar cada recurso natural (água, solo, vegetação, etc.).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Participaram das atividades 26 alunos, com faixa etária entre 9 e 10 anos, além dos professores das turmas participantes e seus auxiliares de sala.

No primeiro momento (Figura 1) os alunos mostraram-se curiosos ao se começar a discussão acerca do tema mata ciliar, percebendo-se que poucos alunos tinham conhecimento sobre esse termo. A palestra foi marcada pelo entusiasmo, visto que muitos questionaram o que seria esse tipo de vegetação e sua função. De modo que a ação educativa capacite para a comparação, debate e o julgamento individual, considera-se pertinente a ação educativa que estimula a problematização, a pesquisa, a seleção e a comparação de dados e que leve em consideração diferentes expectativas (MALLMANN, CARNIATTO e PLEIN, 2020).

Figura 1: Registro de uma palestra acerca dos temas mata ciliar e recursos hídricos, ministrada na Escola Municipal Pedro Marques de Medeiros, em Paulista – PB.



Fonte: autor (2025).

Durante a atividade de pintura os alunos demonstraram um maior interesse e participaram de forma ativa, uma vez que se gerou uma competição entre os alunos sobre quem identificaria os recursos naturais mais rapidamente. Nessa atividade eles demonstraram entender quais os recursos naturais estavam em destaque, comentando sobre o cuidado destes, notou-se que a elaboração de desenhos a respeito dos temas trabalhados (Figura 2) fez com que os alunos interagissem mais. Assim, a educação formal continua sendo um espaço importante para o desenvolvimento de valores e atitudes comprometidos com a sustentabilidade ecológica e social (FERNANDES *et al.*, 2023).

Figura 2 Desenhos elaborados pelos alunos do 5º ano do ensino fundamental, da Escola Municipal Pedro Marques de Medeiros, em Paulista – PB, representando o planeta Terra e seus recursos naturais.



Fonte: autor (2025).

Observou-se ao final do debate que os alunos aprenderam sobre os temas abordados durante as atividades, com base nas respostas dos mesmos (Quadro 1). Muitos alunos souberam definir o que seria mata ciliar, argumentar sobre a importância de se cuidar dos rios e dos recursos naturais como um todo.

Quadro 1 Apresentação dos comentários proferidos pelos alunos do 5º ano do ensino fundamental, da Municipal Pedro Marques de Medeiros, em Paulista - PB, acerca dos temas abordados em sala de aula.

Comentários mais simples	Comentário mais elaborados
“Tio gostei de aprender sobre a mata ciliar”	“Meu pai retirou os matos do córrego que tinha perto de casa, se eu soubesse que esse é o nome não tinha deixado ele tirar...”
“Essa mata é o cílio do barreiro”	“É importante que todos cuidem da mata ciliar, e também dos recursos naturais, para todo mundo ter um futuro brilhante (professora)”
“Essa mata é importante, né tio?”	
“Por que tem esse nome?”	

Fonte: autor (2025).

CONCLUSÕES

Realizando-se um comparativo das atividades desenvolvidas, conclui-se que a exposição dos temas na forma de palestra resulta em um menor interesse por parte dos alunos em aprender sobre os temas. Por outro lado, incluir atividades como pintura e debates desperta um maior

interesse dos alunos e consequentemente, é mais eficaz para o aprendizado dos mesmos, em relação aos temas abordados.

REFERÊNCIAS

- ASSIS, G. H. R.; VIEIRA, E. M.; MORAIS, A. A. Educação Ambiental para a gestão de recursos hídricos. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, v. 19, n. 3, p. 431-447, 2024.
- ASSUNÇÃO, W. B. M.; DEUS, R. J. A. O uso de recursos naturais e os impactos no meio ambiente: revisão sistemática. **Revista Ouricuri**, v. 12, n. 2, p. 1-21, 2022.
- FERNANDES, K. M. et al. Educação Ambiental com tinta ecológica para sensibilização sobre a conservação do solo. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, v. 18, n. 1, p. 155-173, 2023.
- MALLMANN, A.; CARNIATTO, I.; PLEIN, C. A Educação Ambiental do ponto de vista das concepções de desenvolvimento sustentável na escola do campo. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, v. 15, n. 1, p. 44-61, 2020.
- NUNES, N. A.; BANHAL, A. E. A educação ambiental como caminho para o desenvolvimento sustentável. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 8, n. 1, p. 1547-1570, 2022.
- RAMOS, G. G. et al. Levantamento dos impactos ambientais de um trecho de mata ciliar em região de Caatinga no sertão paraibano. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 7, p. 52848-52859, 2020.

Área: Uso Sustentável da água

EFICIÊNCIA DO USO DA ÁGUA EM GENÓTIPOS DE FEIJÃO CAUPI NO ALTO SERTÃO PARAIBANO

Mateus Basilio de Oliveira¹; Maria Rita Gonçalves Lima¹; Caio da Silva Sousa¹; Ruth Cristina da Silva¹, Lais Shirley de Oliveira Canuto¹ Irinaldo Pereira da Silva Filho²

¹Departamento de Agrárias e Exatas, Universidade Estadual da Paraíba, Catolé do Rocha-PB,
agrobasio@gmail.com

² Departamento de Agrárias e Exatas, Universidade Estadual da Paraíba, Catolé do Rocha-PB,
irinaldo@servidor.uepb.edu.br

E-mail do autor correspondente: agrobasio@gmail.com

RESUMO:

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) é cultivado em todo território nacional, com destaque para as regiões Norte e Nordeste do Brasil como maiores produtoras. Objetivou-se avaliar a influência de sistemas de irrigação sobre os caracteres morfológicos de genótipos de feijão-caupi, no Alto Sertão paraibano. O experimento foi conduzido em parcelas subdivididas, 2×4, constituídos por 8 tratamentos distribuídos em 4 blocos ao acaso, totalizando 32 parcelas experimentais. As parcelas foram formadas por dois sistemas de irrigação: S1= sistema por gotejamento e S2= sistema por microaspersão, e as subparcelas e/ou tratamentos constituídos por quatro genótipos de feijão caupi: BRS Novaera, BRS Pingo de ouro, BRS Pajeú e BRS Pujante. O sistema de gotejamento foi mais eficiente, promovendo aumentos significativos no comprimento do ramo principal, diâmetro caulinar e área foliar em relação à microaspersão, assim contribuindo para um maior desempenho morfológico. O genótipo BRS Pajeú se destacou, apresentando o maior comprimento do ramo principal, diâmetro caulinar e área foliar quando irrigado por gotejamento.

Palavras-chave: *Vigna unguiculata* (L.) Walp.; Irrigação; Sistemas de Irrigação.

INTRODUÇÃO

O feijão-caupi conhecido também por feijão macassar ou feijão-de-corda é uma leguminosa granífera de ciclo fotossintético C3, pertencente à família Fabaceae (CRUZ et al., 2012), apresentando grande importância na alimentação das populações que vivem em regiões semiáridas do Brasil, pois fornece um alto valor nutritivo, sendo um dos principais componentes da dieta alimentar, gerando também emprego e renda, tanto na zona rural quanto na zona urbana (LIMA, 2004).

A mesorregião de Catolé do Rocha-PB está localizada no polígono das apresenta uma grande diversidade dos seus sistemas produtivos com boa possibilidade ambiental para o desenvolvimento de atividades agropecuárias, destacando-se o cultivo de culturas de subsistência (MESQUITA et al. 2021). Nesse contexto, a cultura do feijão-caupi está inserida

nessa região devido à sua adequada adaptação às condições do clima semiárido, associado à sua expressiva importância para agricultura familiar.

No Nordeste do país, um dos fatores responsáveis pela baixa produtividade do feijão-caupi é o manejo de irrigação, com maior intensidade nas regiões semiáridas (NASCIMENTO et al., 2011; SILVA et al., 2016), bem como no estado da Paraíba na microrregião de Catolé do Rocha-PB que podemos destacar fatores agronômicos, como a ocorrência de pluviosidades irregulares e insuficientes (< 700 mm/ano) e a alta evaporação de referência, em geral, superior a 2000 mm/ano (MESQUITA et al. 2021).

Essa situação, expressa a dependência dos sistemas de produção agrícolas à irrigação no mundo semiárido e exige a adoção de estratégias de manejo da água para a obtenção de rendimentos agrícolas sustentáveis, garantindo a disponibilidade de alimentos à crescente contínua preocupação mundial (EL-FOTOH; EL-KADER; MANSSUR, 2019).

Nesse sentido o objetivo desse trabalho foi avaliar a eficiência dos diferentes sistemas de irrigação sobre os caracteres morfológicos de genótipos de feijão-caupi, no Alto sertão paraibano.

METODOLOGIA

A pesquisa foi desenvolvida durante Julho a agosto de 2022, em condições de campo na área experimental do Setor de Agroecologia, pertencente ao Centro de Ciências Humanas e Agrárias da Universidade Estadual da Paraíba, Campus IV, Catolé do Rocha-PB. A pluviosidade histórica média nos últimos cinco anos oscilou em torno de 600 mm, dos quais mais de 65% são precipitados nos três primeiros meses do período das chuvas e a umidade relativa média durante o dia e à noite é inferior e maior do 50 %, respectivamente (AES, 2020). A área experimental apresenta solo classificado, segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS – EMBRAPA, 2018), como Neossolo Flúvico Eutrófico.

O delineamento experimental adotado foi o Delineamento em Blocos Casualizados (DBC), disposto em esquema fatorial 2×4 , com duas repetições. Os tratamentos foram constituídos pela combinação de dois sistemas de irrigação — gotejamento e microaspersão — e quatro genótipos de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp), sendo eles: BRS Novaera, BRS Pingo de Ouro, BRS Pajéu e BRS Pujante.

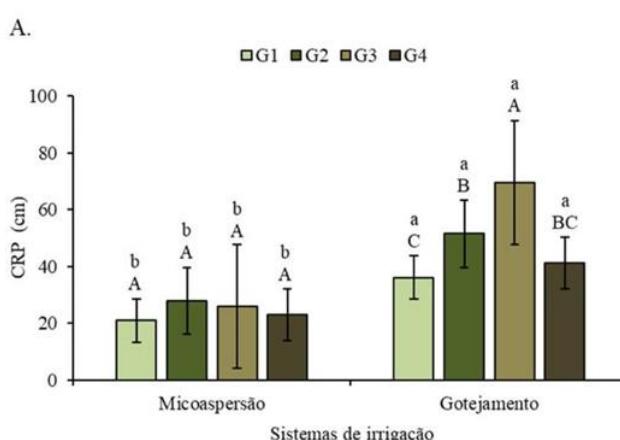
As avaliações foram realizadas aos 45 dias após a semeadura, momento em que foram analisadas as seguintes variáveis de crescimento: comprimento do ramo principal (CRP), diâmetro caulinar (DC) e área foliar (AF).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a Figura A, observa-se que houve interação significativa entre os sistemas de irrigação e os genótipos de feijão-caipi para o comprimento do ramo principal (CRP). De modo geral, o sistema de gotejamento proporcionou maiores valores de crescimento vegetativo em comparação à microaspersão, evidenciando a influência positiva de um manejo hídrico mais localizado e eficiente sobre o desenvolvimento das plantas.

Entre os genótipos avaliados, nota-se que o BRS Pajeú (G3) apresentou maiores valores médios de CRP sob irrigação por gotejamento, diferindo estatisticamente dos demais. Esses resultados indicam que tais genótipos possuem maior eficiência no aproveitamento da água e nutrientes quando submetidos a sistemas de irrigação localizada, o que pode estar associado a características fisiológicas adaptativas e maior vigor inicial das plantas.

Figura A: Comprimento do Ramo Principal de genótipos de feijão-caipi submetidos a diferentes sistemas de irrigação aos 45 dias após a semeadura, Catolé do Rocha, PB, 2022.

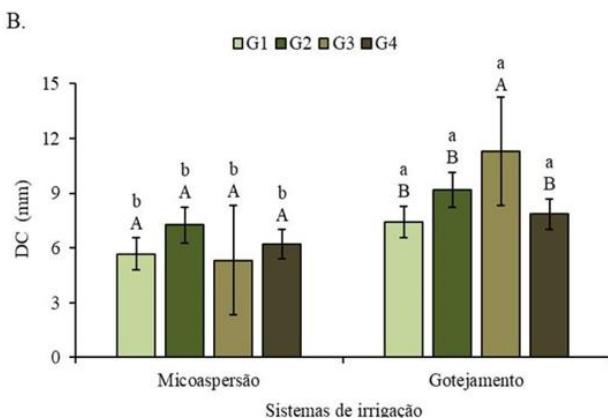


Médias seguidas de mesma letra minúscula (Genótipos) não diferem entre si a 5% de probabilidade pela teste Tukey. Médias seguidas de mesma letra maiúscula (Sistemas de irrigação) não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste F. G1 - BRS Novaera, G2 -BRS Pingo de ouro, G3 - BRS Pajeú e G4 - BRS Pujante.

Conforme apresentado na Figura B, observa-se que os genótipos BRS Pingo de Ouro (G2) e BRS Pajeú (G3) apresentaram maiores diâmetros caulinares sob gotejamento, diferindo estatisticamente dos demais, o que evidencia melhor adaptação fisiológica a esse sistema de irrigação. Já na microaspersão, os genótipos não apresentaram diferenças significativas entre si, com valores médios inferiores.

O maior diâmetro caulinar obtido no gotejamento pode ser atribuído à maior disponibilidade hídrica e à menor perda por evaporação, o que favorece o acúmulo de fotoassimilados e o espessamento do caule, refletindo maior vigor vegetativo.

Figura B: Diâmetro Caulinar de genótipos de feijão-caupi submetidos a diferentes sistemas de irrigação aos 45 dias após a semeadura, Catolé do Rocha, PB, 2022.

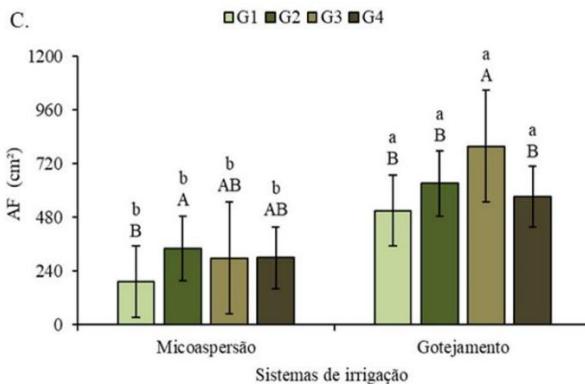


Médias seguidas de mesma letra minúscula (Genótipos) não diferem entre si a 5% de probabilidade pela teste Tukey. Médias seguidas de mesma letra maiúscula (Sistemas de irrigação) não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste F. G1 - BRS Novaera, G2 -BRS Pingo de ouro, G3 - BRS Pajeú e G4 - BRS Pujante.

Na Figura C, observa-se interação significativa entre os sistemas de irrigação e os genótipos de feijão-caupi para a área foliar (AF). O sistema de gotejamento proporcionou maiores valores médios de AF em comparação à microaspersão, indicando que o fornecimento hídrico mais direcionado e eficiente favoreceu o crescimento da parte aérea das plantas.

Os genótipos BRS Pingo de Ouro (G2) e BRS Pajeú (G3) apresentaram maiores médias de área foliar sob gotejamento, diferindo estatisticamente dos demais. Esse comportamento sugere que esses materiais genéticos possuem maior eficiência fotossintética e melhor resposta fisiológica quando cultivados sob condições de irrigação localizada.

Figura C: Área Folear de genótipos de feijão-caupi submetidos a diferentes sistemas de irrigação aos 45 dias após a semeadura, Catolé do Rocha, PB, 2022.



Médias seguidas de mesma letra minúscula (Genótipos) não diferem entre si a 5% de probabilidade pela teste Tukey. Médias seguidas de mesma letra maiúscula (Sistemas de irrigação) não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste F. G1 - BRS Novaera, G2 -BRS Pingo de ouro, G3 - BRS Pajeú e G4 - BRS Pujante.

CONCLUSÕES

Logo, conclui-se que o sistema de gotejamento foi mais eficiente no crescimento das cultivares de feijão- caipi em relação à microaspersão.

E dentre os genótipos estudados o BRS Pajeú apresentou maior destaque entre as cultivares estudadas quando irrigado por gotejamento.

REFERÊNCIAS

AESA – Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. Dados pluviométricos e meteorológicos do Estado da Paraíba. João Pessoa: AESA, 2020.

CRUZ, C. S. A.; PEREIRA, E. R. L.; SILVA, L. M. M.; MEDEIROS, M. B.; GOMES, J. P. Repelência do *Callosobruchus maculatus* (*Coleoptera: bruchidae*) sobre grãos de feijão-caipi tratado com óleos vegetais. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 7, n. 3, p. 01-05, 2012.

LIMA, J. R. S. Balanço hídrico e de energia em solo cultivado e sem vegetação, para as condições do Brejo Paraibano. Tese (Doutorado em Tecnologias Energéticas e Nucleares) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, p. 167, 2004.

MESQUITA, E. F.; MESQUITA, E.O. ; SOUSA, C.S. ; FERREIRA, D.S. ; ROCHA, J. L. A. ;CAVALCANTE, L.F. Water stress mitigation by silicon in sweet-potato. Revista Ibero-americana de Ciências Ambientais, v. 12, p. 01-12, 2021.

NASCIMENTO, S.N.; BASTOS, E.A.; ARAÚJO, E.C.E.; FREIRE FILHO, F.R.; SILVA, E.M. Tolerância ao déficit hídrico em genótipos de feijão-caipi. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 15, n. 8, p. 853–860, 2011.

SILVA, G. C.; MAGALHÃES, R. C.; SOBREIRA, A. C.; SCHIMITZ, R.; SILVA, L. C. Rendimento de grãos secos e componentes de produção de genótipos de feijão-caipi em cultivo irrigado e de sequeiro. Revista Agro@mbiente, v. 10, n. 4, p. 342-350, 2016.

EL-FOTOH, M. A.; EL- KADER, A. S.; MANSSUR, F. Y. O. Effect of irrigation intervals, antitranspirants, compost and humic acid on growth and yield of sweet potato. Zagazig Journal of Agricultural Research, v. 46, n. 3, p. 640- 660, 2019.

Área: Educação ambiental e Conscientização Pública

ENTRE O RIO E O MAR: ENSINO E CONSCIENTIZAÇÃO AMBIENTAL NA FOZ DO RIO PARAÍBA COM O PROJETO COMITÊS NAS ESCOLAS

Moisés de Jesus Henrique dos Santos¹
Áquila Teófilo Macedo Luna Luz de Araújo²

¹Professor de Biologia da ECIT José Guedes Cavalcanti, Cabedelo/PB – professor.moiseshenrique@gmail.com

²Professor da História da ECIT José Guedes Cavalcanti, Cabedelo/PB – aqilateofilo@gmail.com

RESUMO

O presente trabalho apresenta os resultados da aplicação do projeto Comitês nas Escolas na ECIT Escritor José Guedes Cavalcanti, em Cabedelo-PB, com o tema “Entre o Rio e o Mar: a importância bio-histórica da foz da Bacia do Rio Paraíba e da vegetação para a manutenção do ciclo da água”. A atividade integrou os componentes curriculares de Biologia e História, tendo como objetivo promover a educação ambiental e a conscientização pública sobre os impactos socioambientais que afetam a foz do Rio Paraíba. O projeto foi desenvolvido com cinco turmas da 2ª série do Ensino Médio, envolvendo 50 alunos em dois encontros — o primeiro de forma online, abordando o ciclo da água, bacias hidrográficas e o papel dos Comitês de Bacia; e o segundo, presencial, com experimentos sobre evapotranspiração, observação microscópica de estômatos e uma aula de campo na Fortaleza de Santa Catarina. Os resultados indicam que a abordagem interdisciplinar favoreceu o protagonismo estudantil e ampliou a compreensão sobre a importância da vegetação e da gestão participativa dos recursos hídricos.

Palavras-chave: Educação Ambiental; Recursos Hídricos; Interdisciplinaridade; Comitês de Bacia; Conscientização Pública.

INTRODUÇÃO

A água é essencial à vida, mas sua disponibilidade e qualidade vêm sendo comprometidas por ações humanas e pelas mudanças climáticas. Nesse contexto, a educação ambiental é fundamental para a construção de uma cultura de sustentabilidade e para fortalecer a gestão participativa dos recursos hídricos, conforme a Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433/1997).

O Projeto Comitês nas Escolas, desenvolvido pela AESA, visa aproximar os jovens da atuação dos Comitês de Bacias Hidrográficas e promover o engajamento comunitário na defesa da água como bem comum. Na ECIT Escritor José Guedes Cavalcanti, o projeto foi articulado entre Biologia e História sob o tema 'Entre o Rio e o Mar', explorando a foz do Rio Paraíba e sua importância ambiental e histórica. O objetivo é relatar essa experiência interdisciplinar voltada à conscientização sobre o uso sustentável da água e à valorização dos ecossistemas costeiros locais.

METODOLOGIA

O projeto foi desenvolvido em dois encontros complementares, combinando atividades online e presenciais. Utilizaram-se materiais do *Kit Comitês nas Escolas*, vídeos educativos e mapas das bacias hidrográficas para introduzir o tema. Em seguida, os estudantes participaram de experimentos sobre evapotranspiração, observação de estômatos e de uma aula de campo na Fortaleza de Santa Catarina, integrando aspectos históricos e ambientais da foz do Rio Paraíba. A sequência didática foi aplicada em setembro e outubro de 2025, com cinco turmas da 2^a série do Ensino Médio (aproximadamente 50 estudantes). A metodologia seguiu abordagem interdisciplinar e investigativa, dividida em dois encontros: um online e outro presencial.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No primeiro encontro, realizado online via Google Meet, foram utilizados vídeos e mapas do **Kit Comitês nas Escolas**, promovendo discussões sobre o uso da água, a gestão das bacias hidrográficas e o papel dos **Comitês de Bacias Hidrográficas (CBHs)**. Já no segundo encontro, presencial, as atividades ocorreram na **Escola Aníbal Moura** e combinaram momentos conceituais, experimentais e de reflexão.

A aula iniciou-se com o vídeo “*A Água e as Mudanças Climáticas*”, seguido de debate sobre a influência do clima na disponibilidade hídrica e o papel das plantas no equilíbrio ecológico. A leitura dos **Artigos 1º a 4º da Declaração Universal dos Direitos da Água (ONU, 1992)** fomentou discussões sobre a água como direito humano e bem comum. Em seguida, os alunos observaram **estômatos em folhas** com auxílio de microscópio e participaram de um **jogo interativo sobre o ciclo da água**, elaborado no Canva (Figura 1), que estimulou o raciocínio e a cooperação.

Na etapa prática, os estudantes estimaram a produção de água pelas plantas por meio da transpiração. A atividade, simples e investigativa, levou à reflexão sobre a importância das florestas na regulação do ciclo da água e na mitigação das mudanças climáticas (Figura 2).

Figura 2 – Alunos realizando o experimento de estimativa da taxa de produção de água.



Fonte: Acervo pessoal do autor (foto tirada com celular, 2025).

O professor de Biologia relacionou o ciclo da água à formação da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba e à própria cidade de Cabedelo, enquanto o professor de História contextualizou aspectos sociais e históricos da ocupação da região (Figura 3A). Mapas antigos auxiliaram na compreensão do papel estratégico da foz do Rio Paraíba e de suas fortificações na colonização e desenvolvimento local (Figura 3B).

Figura 3 – A- Aula expositiva, B- Mapa desenhado por Manuel Francisco Granjeiro em 1692



Fonte: A- Acervo pessoal do autor (foto tirada com celular, 2025) B-Acervo dos Arquivos do Mosteiro de São Bento.

Após as atividades em sala, os estudantes se deslocaram para uma **aula de campo** realizada nas proximidades da escola, na área da Fortaleza de Santa Catarina. O objetivo foi observar aspectos históricos e ambientais da região, relacionando o uso e a ocupação do solo ao contexto da **Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba**. Durante a visita, foram retomados conceitos trabalhados nas aulas anteriores, permitindo aos alunos integrar conhecimentos de História e Biologia a partir da realidade local (Figura 7). A aula contemplou não apenas os aspectos históricos do monumento, como também a indissociabilidade da paisagem geográfica com os aspectos ecológicos, históricos e culturais.

Figura 7 – Aula de campo. Ao fundo a foz do Rio Paraíba.



Fonte: Acervo pessoal do autor (foto tirada com celular, 2025).

Os alunos demonstraram alto nível de engajamento e interesse nas atividades, especialmente nas práticas experimentais e na aula de campo. A observação direta de fenômenos naturais, como a transpiração das plantas, favoreceu a compreensão do papel da vegetação na regulação do ciclo da água, tema central da atividade. A discussão sobre a Declaração Universal dos Direitos da Água possibilitou reflexões éticas e políticas, ampliando a noção de que a água é um direito fundamental e não apenas um recurso econômico. A integração entre Biologia e História contribuiu para que os estudantes reconhecessem a dimensão histórica e cultural da água, compreendendo como o Rio Paraíba foi determinante para a formação e o desenvolvimento da cidade de Cabedelo. Essa abordagem interdisciplinar estimulou o pensamento crítico e a percepção ambiental dos estudantes, em consonância com os princípios dos Comitês de Bacias Hidrográficas e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS 6 e 13).

CONCLUSÕES

A experiência demonstrou que o uso de metodologias interdisciplinares e investigativas favorece a aprendizagem significativa e o engajamento dos alunos em temas ambientais. A articulação entre conteúdos científicos, históricos e territoriais permitiu uma compreensão integrada dos desafios relacionados à gestão da água e às mudanças climáticas. O Projeto Comitês nas Escolas mostrou-se uma ferramenta eficaz para fortalecer a conscientização ambiental e o protagonismo juvenil, aproximando a comunidade escolar das ações da AESA e dos CBHs.

REFERÊNCIAS

Acervo dos Arquivos do Mosteiro de São Bento de Olinda. disponível em:
<http://aparahybadetodosostempos.blogspot.com/2009/02/esboco-da-cidade-de-felipeia-de-senhora.html> Acesso em 08 out. 2025.

AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO ESTADO DA PARAÍBA – AESA.
Projeto Comitês nas Escolas: Material Didático. João Pessoa: AESA, 2025.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. Brasília: Diário Oficial da União, 1997.

ONU. Declaração Universal dos Direitos da Água. Organização das Nações Unidas, 1992.

SANTOS, M. H. J.; ARAÚJO, A. T. M. L. L. de. Relatório de Aplicação do Projeto Comitês nas Escolas. ECIT Escritor José Guedes Cavalcanti, Cabedelo-PB, 2025.

Área: Gestão Integrada de Recursos Hídricos

GESTÃO AMBIENTAL DA OUTORGA DE USO DA ÁGUA NO AÇUDE DE SÃO GONÇALO-PB

Raissa Mendes Soares¹; Ana Carolina Lima de Souza Onias²; Sarah Raquel da Costa Chavier³; David Wilker de Sousa Moreira⁴

¹Mestranda em Sistemas Agroindustriais, Universidade Federal de Campina Grande, Brasil, raissamendesoares04@gmail.com.

²Mestranda em Sistema Agroindustriais, Universidade Federal de Campina Grande, Brasil, carollsouza034@gmail.com.

³Bacharel em Engenharia Civil, Universidade de Campina Grande, Brasil, sarahraquelpb107@gmail.com.

⁴Bacharel em Direito, Universidade Federal de Campina Grande, Brasil, davwilker98@gmail.com.

E-mail do autor correspondente: raissamendesoares04@gmail.com

RESUMO: A utilização equilibrada dos recursos hídricos constitui um desafio crescente para o planejamento ambiental, sobretudo em regiões semiáridas, onde a oferta hídrica é limitada e as demandas são crescentes. Considerando essa realidade, o presente estudo analisa o uso outorgado das águas do Açude de São Gonçalo, localizado no Alto Curso do Rio Piranhas, na Paraíba, com o propósito de compreender o padrão de utilização e subsidiar práticas de manejo sustentável. A pesquisa baseou-se em informações do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH), contemplando o período de 2013 a 2025. Os resultados apontaram predominância de outorgas destinadas à irrigação, seguidas pelo consumo humano e pela dessedentação animal. O volume total outorgado alcança aproximadamente 5,83 milhões de m³ por mês, evidenciando a pressão sobre o reservatório. Conclui-se que o aprimoramento da gestão integrada e o monitoramento contínuo das captações constituem medidas essenciais para assegurar a sustentabilidade hídrica e o equilíbrio entre os múltiplos usos da água na região.

Palavras-chave: Fiscalização; Irrigação; Semiárido.

INTRODUÇÃO

A água constitui um recurso natural indispensável à manutenção da vida, ao crescimento econômico e ao bem-estar humano. Seus múltiplos usos como o abastecimento urbano, a irrigação agrícola, o consumo animal, a atividade industrial, a mineração e a geração de energia elétrica configuram-se como um dos principais obstáculos à gestão ambiental contemporânea. Essas demandas, quando não planejadas de forma integrada e sustentável, podem gerar conflitos entre os setores usuários e gerar impactos ambientais significativos (HURTADO *et al.*, 2024).

Diante desse contexto, a Lei nº 9.433/1997, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH), estabeleceu diretrizes e instrumentos voltados à utilização racional das águas, como o enquadramento dos mananciais hídricos e a outorga de direito de uso, prevista no artigo

11. Este instrumento destaca-se por regularizar e limitar o uso da água, assegurando o acesso equitativo e qualitativo dos recursos hídricos disponíveis.

No semiárido paraibano, a gestão das águas superficiais assume papel estratégico, especialmente em áreas dependentes de reservatórios, como o açude São Gonçalo, localizado no Distrito de São Gonçalo, município de Sousa-PB. O reservatório, construído em 1936 e atualmente gerenciado pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), é responsável pelo abastecimento e irrigação de uma extensa área agrícola, sustentando atividades produtivas e o consumo local. (DNOCS,2024).

A elevação do consumo de água, aliado às variações climáticas, tem intensificado os desafios da gestão, exigindo uma abordagem integrada e o fortalecimento da fiscalização. Nesse sentido, este estudo tem como objetivo diagnosticar as outorgas de uso da água no Açude São Gonçalo, identificando as principais finalidades e demandas, a fim de subsidiar estratégias de gestão sustentável e de uso racional dos recursos hídricos na região.

METODOLOGIA

Pertencente a sub bacia do Alto Curso do Rio Piranhas na Bacia Hidrográfica do Piancó-Piranhas-Açu, o açude São Gonçalo é perenizado através do açude Engenheiro Ávidos e do PISF. Delimitado geograficamente pelas cidades de Sousa e Marizópolis, na Paraíba, a capacidade total de armazenamento de água é de 44 milhões de m³.

O reservatório sob gestão do DNOCS, constitui uma das principais fontes de abastecimento e irrigação do semiárido paraibano. A maior demanda hídrica nas áreas dos entornos está relacionada à irrigação de culturas como: arroz, banana, capim, coco, goiaba, milho, tomate, batata doce, feijão, mandioca, manga, uva, entre outras. O perímetro irrigado abrange uma área total de 3.212 hectares, dos quais 2.412 são irrigáveis e 800 correspondem à agricultura de sequeiro (BANDEIRA, 2024).

O ciclo hidrológico é composto pelo período de chuvas, entre os meses de fevereiro a maio e os demais meses pelo período de estiagem, dados fundamentais para o planejamento do uso da água em torno do reservatório (ANA, 2018). A outorga pelo direito do uso da água é um instrumento de gestão essencial para definir o limite de utilização do bem, visando o consumo de acordo com a disponibilidade hídrica da bacia, promovendo a sustentabilidade do sistema hídrico. Este estudo faz um diagnóstico do número de outorgas no entorno do reservatório São Gonçalo, observando a finalidade do tipo de uso e a demanda requerida do sistema hídrico, em um recorte temporal de 2013 a 2025.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

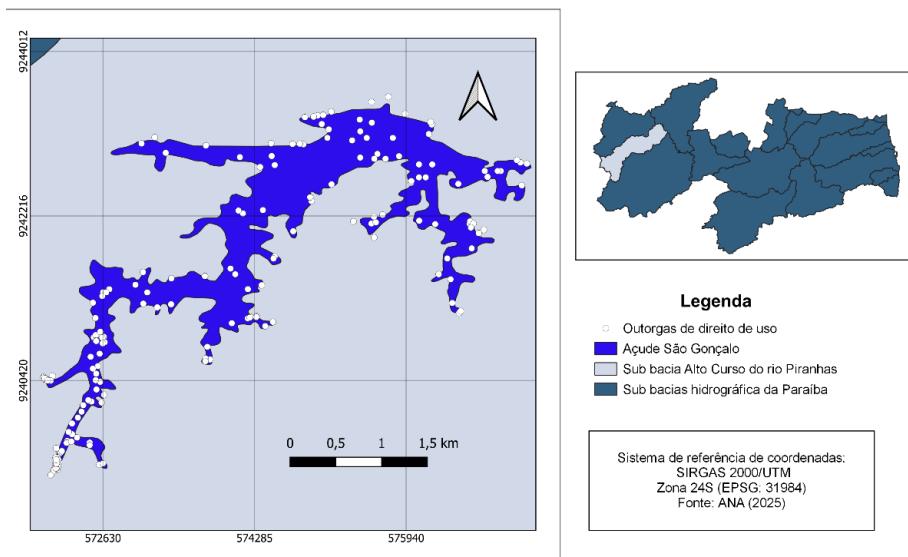
As informações referentes às outorgas de direito de uso dos recursos hídricos foram extraídas do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH), contendo os registros dos usos outorgáveis no açude São Gonçalo, corpo hídrico sob domínio da União, ilustrado na Figura 1.

Os tipos de outorgas encontradas foram para fins de irrigação, em sua maioria, abastecimento humano e dessedentação animal, totalizando 234 outorgas e uma demanda mensal de 5.830.978m³ de água, conforme detalhado na Tabela 1. Diante da alta demanda de água, reflete-se a importância da garantia aos usos múltiplos usos, através da alocação negociada, sobretudo em momentos de estiagens.

Valle e Nascimento (2022) detalha o aumento expressivo de outorgas para fins de irrigação e dessedentação animal tanto no estado do Goiás, como em todo Brasil, relacionando o fato da agropecuária ser uma das maiores atividades econômicas do país, também ser o setor que mais consome água.

A outorga é um dos instrumentos da PNRH e a ANA possui o papel fundamental de implementar e fiscalizar, garantindo a distribuição equitativa da água, em quantidade e qualidade suficiente. Tavares (2024) relata a ineficiência de fiscalização das captações irregulares no entorno do açude São Gonçalo por parte da ANA.

Figura 1. Outorgas de direito de uso da água no açude São Gonçalo.



Fonte: Autores, 2025.

Tabela 1. Demanda mensal em m³

Tipo de uso	Quantidade	Demandas mensais (m ³)
Irrigação	228	4.779.599
Consumo Humano	4	1.023.567
Dessedentação animal	2	27.812
Total	234	5.830.978

Fonte: Adaptado de SNIRH, 2025.

CONCLUSÕES

A análise do uso das outorgas de água no Açude São Gonçalo permite constatar que a irrigação representa a demanda predominante, seguida por outros usos essenciais, como abastecimento humano e abastecimento animal. Esse padrão de utilização reforça a importância de desenvolver ações de gestão que conciliem a produtividade agrícola com a conservação dos recursos hídricos e o acesso equilibrado aos demais usuários da região.

Para promover uma gestão sustentável é fundamental o fortalecimento da fiscalização e do monitoramento contínuo das captações, garantindo que os limites estabelecidos pelas outorgas sejam respeitados e ajustados conforme a disponibilidade hídrica local. Medidas como adoção de tecnologias de irrigação eficiente, sistemas de gotejamento ou sensores de umidade do solo, aliadas à capacitação dos agricultores, podem reduzir perdas de água e otimizar o uso para fins produtivos.

Além disso, recomenda-se a adoção de políticas públicas que incentivem práticas agrícolas de baixo consumo hídrico e a colaboração entre as entidades gestoras como DNOCS, ANA, AESA, e os produtores rurais, promovendo decisões participativas e planejadas. Medidas como alocação negociada e gestão adaptativa podem garantir que os recursos hídricos sejam utilizados de forma equilibrada, preservando a sustentabilidade ambiental e garantindo a disponibilidade para as gerações futuras.

Assim, é possível avançar no desenvolvimento de um sistema de gestão coordenada e sustentável, alinhado às boas práticas de manejo e às diretrizes da Política Nacional de Recursos hídricos, assegurando o atendimento das diversas necessidades regionais e preservando a qualidade e disponibilidade dos sistemas hídricos.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Nota Técnica nº 11/2018/COMAR/SRE de 27 de março de 2018.** [Brasília]: [Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional], 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/todos-os-documentos-do-portal/documentos-sre/resolucoes-e-normativos/regras-especiais-de-uso-da-agua/marcos-regulatorios/nt-11-2018-mr-sao-goncalo-e-avidos-1.pdf>. Acesso em: 16 out. 2025.

BANDEIRA, Romeu Tavares. **A gestão das águas na Paraíba e a (in)efetividade da outorga de direito de uso dos recursos hídricos:** uma análise nos sistemas hídricos de Engenheiro Ávidos, São Gonçalo e Rio Piranhas no Sertão Paraibano. Iguatu, CE: Quipá Editora, 2024.

BRASIL. **Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos – SNIRH.** Disponível em: <https://www.snirh.gov.br/>. Acesso em: 14 out. 2025.

Concedido como instrumento de gestão do aproveitamento dos recursos hídricos da bacia hidrográfica do Baixo Teles Pires. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento, /S. l./**, v. 3, pág. e9013345318, 2024. DOI: 10.33448/rsd-v13i3.45318. Disponível em: <https://rsdjurnal.org/rsd/article/view/45318>. Acesso em: 24 out.

DNOCs. **A saga da construção do Perímetro Irrigado de São Gonçalo.** Brasília: Departamento Nacional de Obras Contra as Secas, 23 maio 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/dnocs/pt-br/assuntos/nossas-historias/a-saga-da-construcao-do-perimetro-irrigado-de-sao-goncalo>. Acesso em: 24 out. 2025

VALLE, Kleyton Carlos do; NASCIMENTO, Maria do Socorro Viana do. **A outorga de direito de uso de água no Brasil:** uma análise da Bacia Hidrográfica do Rio das Almas, Estado de Goiás. Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, v. 9, n. 22, p. 591–600, 2022.

Área: Gestão Integrada de Recursos Hídricos

GOVERNANÇA HÍDRICA NA PARAÍBA: UMA ANÁLISE DA TRANSPARÊNCIA INSTITUCIONAL E DAS PERCEPÇÕES COMUNITÁRIAS EM UMA COMUNIDADE QUILOMBOLA

Hemilly Pereira de Andrade¹; Jaqueline Aureliano da Silva²; Mayara Alexandre de Souza³;
Mirella Leôncio Motta e Costa⁴

^{1, 2, 3}Discentes do Curso de Tecnologia em Gestão Ambiental do Instituto Federal da Paraíba - IFPB (Campus João Pessoa), Av. Primeiro de Maio, 720 - Jaguaribe, João Pessoa - PB, 58015-435.

⁴Docente do Curso de Tecnologia em Gestão Ambiental do Instituto Federal da Paraíba - IFPB (Campus João Pessoa), Av. Primeiro de Maio, 720 - Jaguaribe, João Pessoa - PB, 58015-435.

E-mail do autor correspondente: andrade.hemilly@academico.ifpb.edu.br

RESUMO: A governança da água constitui um indicador fundamental da capacidade institucional e da justiça socioambiental de uma sociedade. Dessa forma, esse estudo tem como objetivo analisar a governança hídrica na Paraíba, com foco na transparência institucional e nas percepções da comunidade quilombola Caiana dos Crioulos, em Alagoa Grande/PB. A pesquisa, de abordagem qualitativa e caráter analítico-descritivo, combinou análise documental de sistemas de informação sobre recursos hídricos (AESA, CAGEPA, ANA/SNIRH e SisÁgua) com entrevistas semiestruturadas realizadas entre julho e setembro de 2025. Os resultados apontam avanços técnicos na gestão quantitativa da água, mas revelam fragilidades na divulgação de dados qualitativos e na integração entre instituições. Sob a ótica comunitária, a governança é compreendida de forma prática, associada ao uso cotidiano do recurso, enquanto os mecanismos de participação se mostram pouco efetivos. Conclui-se que o fortalecimento da governança hídrica depende da ampliação da transparência pública, do reconhecimento do conhecimento tradicional e da inclusão das comunidades nos processos decisórios, rumo a uma gestão mais democrática e participativa.

Palavras-chave: Governança hídrica; Transparência; Comunidades tradicionais.

INTRODUÇÃO

A governança da água é compreendida como um processo político, dinâmico e multinível, que articula Estado, mercado e sociedade civil na formulação e execução de políticas públicas (Tortajada, 2010; Jacobi *et al.*, 2012). Esse modelo tem como pilares fundamentais a *accountability*, a participação e a transparência, elementos considerados essenciais para a administração eficaz e legítima dos recursos hídricos.

Nesse contexto, a transparência surge como um alicerce da boa governança, conforme destacado pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico - OCDE (2015) e pelo Observatório da Governança das Águas (OGA, 2019), por garantir o acesso público à informação, reduzir assimetrias de poder e fortalecer o controle social. Contudo, a aplicação desse princípio esbarra em uma realidade complexa. Uma literatura crítica (Empinotti *et al.*, 2016; Souza *et al.*, 2020) aponta que, no Brasil, o acesso a dados sobre a

qualidade e a quantidade da água permanece restrito, fragmentado e envolto em uma tecnicidade que limita sua compreensão pública.

Essa lacuna entre o princípio e a prática torna-se ainda mais pronunciada quando se observa a governança em contextos específicos, como o das comunidades tradicionais. Para esses grupos, a gestão da água assume um caráter profundamente sociocultural e territorial, sendo pautada pela gestão coletiva e pelo uso sustentável. No entanto, os mecanismos formais de participação, como a atuação nos Comitês de Bacia Hidrográfica (CBHs), frequentemente não se traduzem em um engajamento efetivo dessas populações, evidenciando um profundo abismo entre a norma legal e a realidade sociopolítica (Costa; Neto, 2023).

Diante desse cenário, o presente estudo tem como objetivo analisar a governança hídrica no estado da Paraíba, com ênfase na transparência institucional e nas percepções da comunidade quilombola Caiana dos Crioulos, situada no município de Alagoa Grande/PB. Busca-se compreender como se configuram os mecanismos de transparência e participação social na gestão da água e de que modo as práticas e saberes locais contribuem para o fortalecimento de uma governança mais inclusiva, democrática e territorialmente sensível.

METODOLOGIA

O estudo adota uma abordagem qualitativa e descritiva, com apoio de procedimentos quantitativos, para analisar os mecanismos de governança e transparência na gestão hídrica da Paraíba. A pesquisa foi desenvolvida em duas etapas: análise documental de sistemas institucionais de informação sobre recursos hídricos (AESA¹, CAGEPA², ANA/SNIRH³ e SisÁgua⁴), com base nos Princípios da Governança da Água da OCDE e nos Indicadores de Governança do Observatório da Governança das Águas (OGA); e análise empírica das percepções comunitárias por meio de entrevistas semiestruturadas com moradores da comunidade quilombola Caiana dos Crioulos (Alagoa Grande/PB), realizadas entre julho e setembro de 2025. Os dados foram organizados em categorias temáticas e analisados à luz de referenciais teóricos, permitindo identificar contrastes e desafios entre as dimensões institucional e comunitária.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise conjunta dos sistemas institucionais de monitoramento da água e das percepções comunitárias da governança hídrica na Paraíba revela uma realidade marcada por avanços técnicos, mas também por fragilidades sociais e institucionais.

¹Agência Executiva de Gestão das Águas da Paraíba

²Companhia de Água e Esgotos da Paraíba

³Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico/ Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos

⁴ Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano

Em nível institucional, verificam-se progressos na gestão quantitativa da água, com destaque para a AESA e o SNIRH (ANA), que fornecem dados atualizados e confiáveis sobre volumes e vazões. Entretanto, os sistemas de qualidade da água, como o QualiÁguas e os relatórios da CAGEPA, apresentam desatualização, inconsistência e baixa transparência, dificultando o controle social e o uso das informações para decisões públicas. Essa constatação reforça os alertas da OCDE (2015) e do OGA (2019) quanto à necessidade de integração de dados, padronização, acessibilidade pública e mecanismos de auditoria para consolidar a boa governança.

Recentemente a AESA lançou o Sistema Estadual de Informações de Riscos Agrohidroclimáticos (SEIRA), que disponibiliza informações em tempo real sobre a quantidade e a qualidade da água. O SEIRA objetiva aprimorar o uso das informações para a tomada de decisão relacionada ao suporte à produção agrícola e ao desenvolvimento rural, contribuindo para o fortalecimento das ações voltadas ao monitoramento climático, à previsão do tempo e à gestão eficiente dos recursos hídricos.

Sob a perspectiva comunitária, as entrevistas realizadas na comunidade quilombola Caiana dos Crioulos indicam uma compreensão prática e doméstica da governança da água, vista como “*administrar a própria água*”. Embora todos reconheçam a importância vital do recurso, os moradores percebem a gestão local como ineficiente, citando problemas de tratamento, escassez de hipoclorito e precariedade no abastecimento. A participação social é reduzida, restrita à associação local, e a representação no Comitê das Bacias Hidrográficas do Litoral Norte (CBH-LN) mostrou-se pouco efetiva. Mesmo assim, há consenso quanto à importância do envolvimento coletivo na gestão hídrica, alinhando-se ao Protocolo OGA (2019), que reforça a necessidade de uma governança participativa, transparente e inclusiva.

Na Tabela 1, apresenta-se um panorama dos dados obtidos.

Tabela 1 - Análise comparativa da governança e da transparência dos recursos hídricos

DIMENSÃO	ASPECTO ANALISADO	PRINCIPAIS ACHADOS	LIMITAÇÕES IDENTIFICADAS
Governança Institucional	Gestão Quantitativa da Água	AESA e SNIRH (ANA) mantêm dados atualizados e georreferenciados sobre volumes e vazões.	Falta de integração com dados de qualidade em tempo real.
	Gestão Qualitativa da Água	CAGEPA cumpre normas sanitárias e monitora parâmetros básicos.	Relatórios inconsistentes; ausência de pontos de coleta e atualização irregular.
	Transparência dos Sistemas	SNIRH e SisÁgua (MS) disponibilizam bases públicas de dados.	Acessibilidade restrita; linguagem técnica; ausência de padronização entre sistemas.
	Controle Social	Iniciativas como “Observando Rios” (SOS Mata Atlântica) ampliam a participação cidadã.	Metodologia amostral limitada e dependente de voluntariado.
DIMENSÃO	ASPECTO ANALISADO	PRINCIPAIS ACHADOS	LIMITAÇÕES IDENTIFICADAS
Governança Comunitária	Percepção Local da Governança	Moradores associam o termo a um controle doméstico da água (“administrar a própria água”).	Distanciamento entre o conceito técnico e a percepção popular.
	Importância da Água	Todos reconhecem o valor vital do recurso.	Reconhecimento não reflete em engajamento institucional.
	Problemas de Gestão e Qualidade	Falta de hipoclorito, uso restrito das águas de barreiros e açudes.	Insegurança hídrica e ausência de políticas contínuas de abastecimento.
	Participação Social	Representação formal no CBH-Litoral Norte (2021-2024).	Presença efetiva em apenas uma reunião; baixa integração com o Comitê.
	Articulação Institucional	Relações mais próximas com AESA e Prefeitura Municipal.	Pouca interação com CAGEPA e ANA; vínculos locais predominantes.
Síntese Geral	Integração Governança-Transparência	Avanços técnicos nos sistemas de informação e conscientização social crescente.	Falta de integração entre esferas de governo e canais de comunicação com a sociedade.

Fonte: Elaboração Própria, 2025.

Em síntese, o estudo mostra na Tabela 1 que tanto os órgãos gestores quanto as comunidades locais enfrentam desafios complementares: de um lado, a tecnicização e fraca integração institucional; de outro, a limitação de acesso à informação e fraca participação social. A consolidação da governança hídrica democrática depende, portanto, da articulação entre transparência, educação ambiental e empoderamento comunitário.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise da governança hídrica na Paraíba revela um cenário de contrastes entre os sistemas institucionais de informação e as percepções da comunidade quilombola Caiana dos Crioulos. Os resultados demonstram uma significativa lacuna entre os princípios teóricos da governança e sua aplicação prática.

Na dimensão institucional, identificou-se uma transparência seletiva: enquanto dados quantitativos são acessíveis, as informações sobre qualidade da água permanecem fragmentadas e de difícil compreensão pública, limitando o controle social.

Na esfera comunitária, a governança é vivenciada como gestão cotidiana e sobrevivência, com os mecanismos formais de participação mostrando-se ineficazes para incluir efetivamente as comunidades tradicionais nos processos decisórios.

Conclui-se que o avanço na governança hídrica exige superar tanto as barreiras técnicas quanto as sociopolíticas, mediante a promoção de uma transparência acessível e a criação de canais de participação mais efetivos, que integrem o conhecimento local às políticas públicas para uma gestão verdadeiramente democrática e inclusiva.

AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem o apoio do CNPq através do financiamento da Chamada Universal CNPq/MCTI nº. 10/2023 e do IFPB através do Edital nº. 18/2024 Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica – PIBIC/CNPq.

REFERÊNCIAS

- COSTA, M. L. M; NETO, S. **Exploratory analysis of the water governance frameworks regarding the OECD principles in two river basins in Brazil and Portugal**. Utilities Policy, Volume 82, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jup.2023.101556>. Acesso em: 10 mar. 2025.
- EMPINOTTI, V. L.; JACOBI, P. R. ; FRACALANZA, A. P. **Transparência e a governança das águas**. Estudos Avançados, v. 30, n. 88, p. 63–75, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/GSLJhFjqYCcR96w4LvSzCPk/>. Acesso em: 26 mar. 2025.
- JACOBI, P.R.; SINISGALLI, P. A. A. **Governança Ambiental e Economia Verde**. Ciência & Saúde Coletiva, v. 17, n. 6. p. 1469-1478, 2012. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/002482654>. Acesso em: 26 mar. 2025.
- OCDE - ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. **Principles on Water Governance**. [s.l.: s.n.], 2015. Disponível em: <https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/topics/policy-sub-issues/water-governance/oecd-principles-on-water-governance-en.pdf/> jcr_content/renditions/original./oecd-principles-on-water-governance-e-n.pdf. Acesso em: 21 out. 2025.
- OCDE - ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. **Governança dos Recursos Hídricos no Brasil**, OECD Publishing, Paris, 2015. https://www.oecd.org/pt/publications/governanca-dos-recursos-hidricos-no-brasil_9789264238169-pt.html. Acesso em: 21 out. 2025.
- OCDE - ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. **OECD Inventory Water Governance Indicators and Measurement Frameworks**. OECD Water Governance Initiative. 2015. Retrieved from. Disponível em: http://www.oecd.org/gov/regional-policy/Inventory_Indicators.pdf. Acesso em: 15 set. 2025.
- OGA - OBSERVATÓRIO DA GOVERNANÇA DAS ÁGUAS. **O Observatório da Governança das Águas: como funciona e o que monitora – Observatório das Águas**, 2019. Disponível em: <https://observatoriodasaguas.org/o-observatrio-da-governana-das-guas-como-funciona63-o-que-monit ora63/>. Acesso em: 15 jan. 2025.
- OGA - OBSERVATÓRIO DA GOVERNANÇA DAS ÁGUAS. **Protocolo de Monitoramento da Governança das Águas**. Brasil, 2019. Disponível em: https://wwfbrnew.awsassets.panda.org/downloads/protocolo_governanca_completo_final.pdf. Acesso em: 20 ago. 2025.
- SOUZA, C. M. de M.; JUNIOR, O. M; ROSA, C. C.; AGUIAR, P. D. **Gestão das águas e governança: panorama da produção científica brasileira de 1999 a 2019**. Redes, v. 25, n. 3, p. 1144-1163, 28 set. 2020. Disponível em: <https://online.unisc.br/seer/index.php/redes/article/view/15218>. Acesso em: 12 fev. 2025.

TORTAJADA, C. **Water Governance: Some Critical Issues.** International Journal of Water Resources Development, v. 26, n. 2, p. 297–307, jun. 2010. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/248997410_Water_Governance_Some_Critical_Issues. Acesso em: 12 fev. 2025.

Área: Gestão Integrada de Recursos Hídricos

IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DA (DES)CONECTIVIDADE HIDROGEOMORFOLÓGICA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PIANCÓ

João Gabriel Araújo Gomes¹; Thiago da Silva Farias²; Jonas Otaviano Praça de Souza³

¹Estudante do Curso Técnico de Informática – ECIT Presidente João Goulart, joao.gabriel.araujogomes07@gmail.com

²Mestre em Geografia – UFPB, Professor na Secretaria de Educação da Paraíba - SEE/PB, thfarias@hotmail.com

³Doutor em Geografia – UFPE, Professor na Universidade Federal da Paraíba – UFPB, Departamento de Geociências, jonas.souza@academico.ufpb.br

E-mail do autor correspondente: thfarias@hotmail.com

RESUMO: As geotecnologias têm se apresentado como uma poderosa e importante ferramenta que auxilia no ensino da Geografia, principalmente na compreensão dos elementos presentes no espaço geográfico, bem como suas características, dinâmicas e interações. Dentre as diversas aplicações relacionadas as geotecnologias, está a melhor compreensão dos diferentes ambientes e paisagens, a exemplo do Semiárido brasileiro, em especial o Nordestino. Diante disso, o presente estudo tem como objetivo identificar e mapear os reservatórios superficiais e as intervenções nos ambientes fluviais, que impactam na conectividade ao longo da Bacia Hidrográfica do Rio Piancó (BHRP). A metodologia deste trabalho consistiu na utilização das geotecnologias, através dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG's), para isso foram utilizadas as imagens de satélites disponíveis no Google Earth Pro, os quais foram identificados os reservatórios superficiais e as intervenções geradoras de impactos nos canais fluviais da região. De acordo com os dados analisados, foram identificados e vetorizados um total de 523 de corpos hídricos oriundos de intervenções humanas ao longo da BHRP. Destes, 84 tiveram sua intervenção realizada diretamente nos leitos dos canais de drenagem dos rios da região. Os resultados deste estudo destacam a importância e a abrangência das geotecnologias como uma importante ferramenta para o diagnóstico, análise e gestão ambiental e dos recursos hídricos sobretudo em ambientes semiáridos.

Palavras-chave: Ambientes Fluviais; Conectividade Hidrogeomorfológica; Geotecnologias; Semiárido.

INTRODUÇÃO

As geotecnologias têm se apresentado como uma poderosa e importante ferramenta que auxilia no ensino da Geografia, principalmente na compreensão dos elementos presentes no espaço geográfico, bem como suas características, dinâmicas e interações. De acordo com Sousa e Jordão (2015), os Sistemas de Informações Geográficas, que são parte fundamental das geotecnologias, se caracterizam como materiais de apoio de grande importância para o ensino de Cartografia nas aulas de Geografia da Educação Básica.

Dentre os programas que fazem parte do grupo dos SIG's está o Google Earth Pro.

Conforme Sousa (2018), as contribuições deste software podem ser elencadas como: Melhora da abstração espacial; Integração de características do espaço como a parte física-ambiental e socioeconômica; Visualização de fenômenos geográficos em diferentes escalas, tanto espaciais como temporais entre outros. Dentre as diversas aplicações relacionadas às geotecnologias, está a melhor compreensão dos diferentes ambientes e paisagens, a exemplo do Semiárido brasileiro, em especial o Nordestino, região que apresenta características específicas e dinâmicas complexas.

No que se refere aos aspectos ambientais da região, as bacias hidrográficas do sertão nordestino são massivamente ocupadas por rios não perenes (BUSCH et al., 2020), esses cursos d'água têm por características principal o comportamento episódico de fluxo no canal e movimentação massiva de sedimentos e materiais dissolvidos (ALLEN et al., 2020). Historicamente, diversas políticas públicas, através de algumas intervenções buscam garantir o acesso à água por parte da população local e proporcionar o desenvolvimento regional (FARIAS, 2022). Entre tais intervenções se destacam barragens (rústicas ou engenharia), transposições, passagens molhadas, barragens subterrâneas, pontes e estradas.

No que se refere ao estudo das bacias hidrográficas e suas intervenções, está a conectividade fluvial. Ela pode ser entendida como a capacidade de transmissão de matéria e energia entre seções da paisagem ou no interior de um sistema, havendo conexão quando o sistema tiver a capacidade de transmitir elementos da entrada até uma determinada saída (WHARTON, 2006).

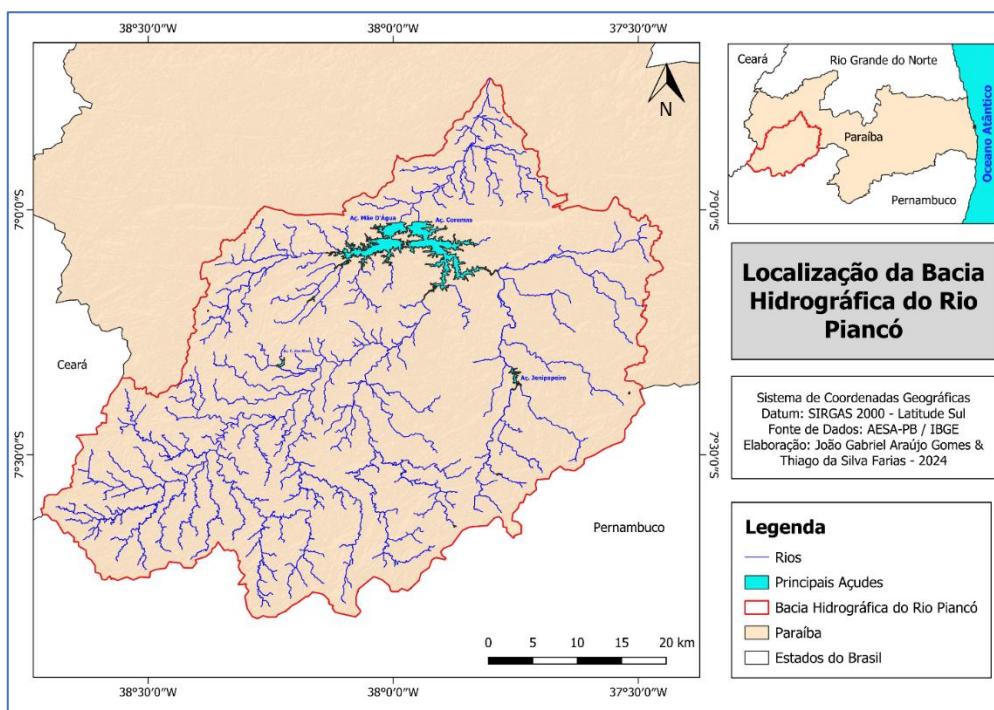
Diante disso, o objetivo deste trabalho é identificar e espacializar não apenas os reservatórios superficiais existentes na bacia hidrográfica do rio Piancó, mas também as demais intervenções antrópicas e os seus impactos na bacia analisada.

METODOLOGIA

ÁREA DE ESTUDO

A Bacia Hidrográfica do Rio Piancó (BHRP), se caracteriza como uma sub-bacia do rio Piranhas-Açu, possui uma área total de 9.277 km² e está localizada no estado da Paraíba, especificamente nas regiões intermediárias de Patos e Sousa-Cajazeiras, no Sertão Paraibano. A bacia compreende 41 municípios, onde reside uma população total de 340.215 habitantes (IBGE, 2022). A figura 1 destaca a localização da área de estudo.

Figura 1: Mapa de Localização da Área de Estudo.



MATERIAIS E MÉTODOS

O desenvolvimento de plano de trabalho compreendeu em sua totalidade atividades de gabinete, que proporcionaram a captação das informações analisadas. Para a identificação e mapeamento dos reservatórios superficiais e as pequenas intervenções antrópicas que causam as desconexões fluviais foi utilizado o programa o *Google Earth Pro*, conforme metodologia utilizada nos estudos desenvolvidos pelo Grupo de Estudos em Ambientes Fluviais Semiáridos da Universidade Federal da Paraíba (GEAFS-UFPB), sendo possível delimitar as seções e subdivisões existentes ao longo da bacia.

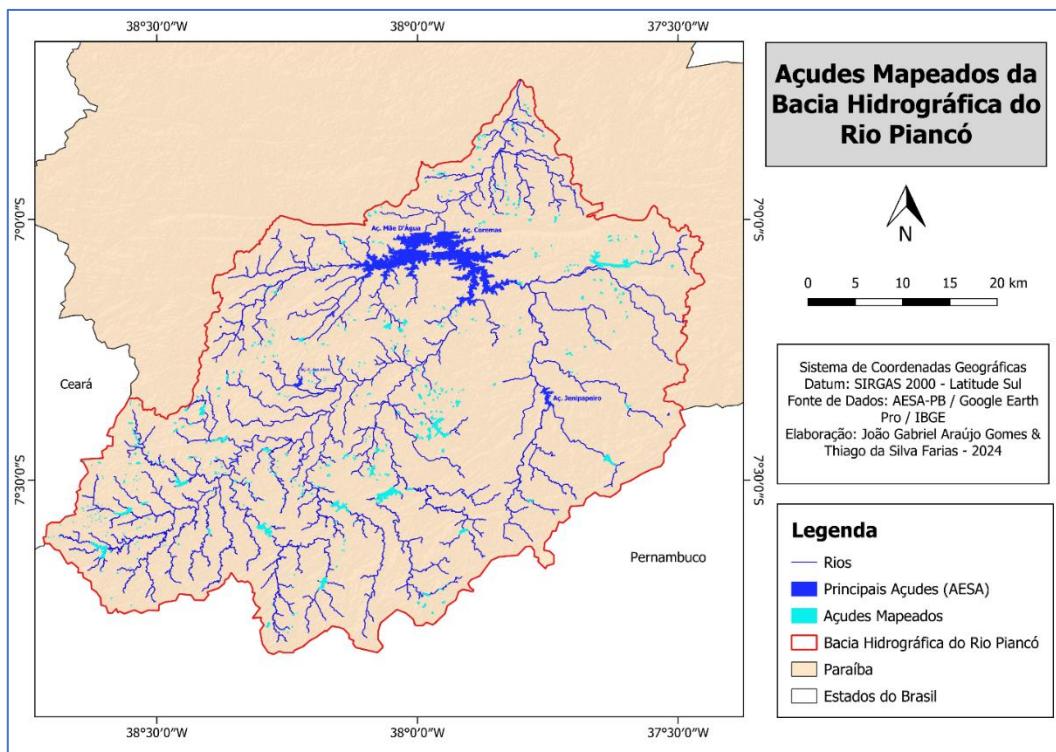
O tratamento das informações coletadas ocorreu com a transposição de arquivos de dados geográficos, no formato *kml*, sendo convertidos para o formato *shapefile* (*shp*), pelo QGIS 2.18 *Las Palmas*, sendo criado um banco de dados geográficos. Essas informações originaram produtos cartográficos como os mapas, que subsidiaram a Análise Espacial Geográfica para a área de estudo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os dados analisados, por meio das imagens disponíveis no Google Earth Pro para a região, foram identificados e vetorizados um total de 523 de corpos hídricos oriundos de intervenções humanas ao longo da Bacia Hidrográfica do Rio Piancó (BHRP). Destaca-se que a grande maioria dos corpos hídricos identificados eram compostos por açudes

de pequeno e médio porte, os quais estavam bem distribuídos em todo o território da bacia hidrográfica, com destaque para as áreas à montante e na parte central da bacia, principalmente na área onde o rio Piancó se faz perene. A figura 3 destaca o resultado deste mapeamento.

Figura 3: Espacialização dos Corpos Hídricos ou Barramentos Identificados na BHRP.



É importante destacar que dos 523 corpos hídricos provenientes de intervenções antrópicas, 84 tiveram sua intervenção realizada diretamente nos leitos dos canais de drenagem dos rios da região. É importante destacar que a grande maioria dos pequenos açudes e barramentos são construídos não apenas nos canais de drenagem ou nos leitos dos rios, mas também nas áreas de encostas e vertentes.

Outro fator que contribui para esse contexto é a construção e a presença das estradas, sobretudo as estradas vicinais ou rurais. A presença dessas vias possibilita o acúmulo de água nas áreas adjacentes, principalmente nas áreas mais rebaixadas, mesmo que essas não sejam necessariamente ambientes fluviais ou que anteriormente tenham sido zonas de acúmulo de água.

CONCLUSÕES

Os resultados deste estudo destacam a importância e a abrangência das geotecnologias como uma importante ferramenta para o diagnóstico, análise e gestão ambiental e dos recursos

hídricos, principalmente em ambientes semiáridos e fluviais, que possuem uma grande relevância para as questões ambientais, hídricas e socioeconômicas da região.

É importante destacar a grande presença e concentração dos pequenos barramentos na região. Essas obras hídricas de pequeno e médio porte, são oriundas das diversas intervenções e políticas públicas voltadas para aumentar a disponibilidade hídrica na região semiárida ao longo das últimas décadas. O elevado número dessas pequenas intervenções na região pode impactar significativamente na conectividade hídrica e dos sedimentos em toda a extensão dos ambientes fluviais, como também na bacia hidrográfica como um todo. Por fim, destaca-se que essas intervenções possibilitam a surgência de novas formas e feições no relevo e nos ambientes influenciados pela dinâmica fluvial.

REFERÊNCIAS

- ALLEN, D. C. et al. River Ecosystem Conceptual Models and Non- perennial Rivers: A Critical Review. *Water*, v. 7, n. 5, set. 2020. Disponível . Acesso em: 12 set. 2025.
- BUSCH, M. H. et al. What's in a Name? Patterns, Trends, and Suggestions for Defining Non Perennial Rivers and Streams. *Water*, v. 12, n. 7, p. 1980, 13 jul. 2020.
- FARIAS, Thiago da Silva. ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DOS RESERVATÓRIOS SUPERFICIAIS E DOS RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PICUÍ. 77 p. Monografia (Especialização em Gestão dos Recursos Ambientais do Semiárido) – Programa de Pós-Graduação em Gestão dos Recursos Ambientais do Semiárido. Instituto Federal da Paraíba, Picuí – PB, 2022.
- IBGE. Censo Demográfico - 2022. Rio de Janeiro. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. 2022.
- SOUSA, I. B. DE; JORDÃO, B. G. F. GEOTECNOLOGIAS COMO RECURSOS DIDÁTICOS EM APOIO AO ENSINO DE CARTOGRAFIA NAS AULAS DE GEOGRAFIA DO ENSINO BÁSICO. Caminhos de Geografia, Uberlândia, v. 16, n. 53, p. 150–163, 2015. DOI: 10.14393/RCG165327157. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/27157>. Acesso em: 21 out. 2025.
- SOUSA, I. B. Geotecnologias aplicadas ao ensino de Cartografia: experiência com o Google Earth e o GPS no Ensino Fundamental II. PESQUISAR - REVISTA DE ESTUDOS E PESQUISAS EM ENSINO DE GEOGRAFIA, v. 5, p. 2-18, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/pesquisar/article/view/66663>. Acesso em: 21 jun. 2025.
- WHARTON, G. Book Review: Geomorphology and river management: applications of the river styles framework. *Progress in Physical Geography*, v. 30, n. 1, p. 134–135, 2006.

Área: Uso Sustentável da Água

INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE PARA A GESTÃO HÍDRICA DA APA TAMBABA: O CASO DO BAIXO RIO MUCATU

Claudio Bernardino de Oliveira¹; Cleytiane Santos da Silva²; Nicolly Gomes Azevedo³; Thiago Cesar Farias da Silva⁴; Juliana Mary de Carvalho Rolim Albuquerque⁵

¹ Departamento de Recursos Hídricos, Secretaria Municipal do Meio Ambiente (SEMAM), Rua da Guarita, s/n, Cep:5832400, centro, Pitimbu, email: Claudio.bernareconomicus@hotmail.com

² Gerencia das Áreas Protegidas, Biodiversidade e Gestão costeira, SEMAS-PB, Av. Pres. Epitácio Pessoa, 4161, sala 104, Miramar, Cep:58032-00, email :cleytine001@gmail.com

³ Gerencia de Operação de Mananciais e Seguranças de Barragens, AESA, Av .Duarte da Silveira, s/n, Torre, Cep: 58040-280, email: nicolly@aesa.pb.gov.br

⁴ Gerencia das Áreas Protegidas, Biodiversidade e Gestão costeira, SEMAS-PB, Av. Pres. Epitácio Pessoa, 4161, sala 104, Miramar, Cep: 58032-000, email: thiago.farias@semas.pb.gov.br

⁵ Mestre em filosofia, UFPB, Campus I, Cidade universitária, Cep: 58051-001, email: Julianacarvalho1997@gmail.com

Email do autor correspondente: Claudio.bernareconomicus@hotmail.com

RESUMO: Este trabalho analisa a gestão dos recursos hídricos no baixo curso do rio Mucatu, situado na Área de Proteção Ambiental (APA) de Tambaba, no litoral sul da Paraíba. A pesquisa surgiu da constatação de lacunas no Plano de Manejo da unidade de conservação, sobretudo quanto à ausência de indicadores de qualidade e conservação hídrica. O estudo tem por objetivo propor indicadores de sustentabilidade capazes de subsidiar melhorias na gestão da água e fortalecer a conservação dos ecossistemas aquáticos da região. A metodologia envolveu análise documental do plano de manejo, aplicação de questionários baseados em uma adaptação do Sistema de Indicadores de Sustentabilidade para o Turismo (SISDTur) e tratamento estatístico dos dados. Os resultados indicam que a área apresenta baixo desempenho nos parâmetros de sustentabilidade, com média geral classificada como “pouco sustentável”. A análise evidenciou deficiências na governança hídrica e nos mecanismos de participação social, além da falta de programas permanentes de educação ambiental. Conclui-se que a incorporação dos indicadores propostos e o fortalecimento da gestão participativa são fundamentais para garantir a conservação e o uso sustentável dos recursos hídricos da APA Tambaba.

Palavras-chave: Sustentabilidade hídrica. Indicadores ambientais. Gestão de recursos hídricos. APA Tambaba.

INTRODUÇÃO

A gestão dos recursos hídricos constitui um dos pilares da sustentabilidade ambiental em Unidades de Conservação (UCs), por garantir a preservação dos ecossistemas e a qualidade de vida das comunidades locais. A Lei nº 9.985/2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), estabelece o Plano de Manejo como principal instrumento de planejamento e gestão ambiental. Entretanto, muitos planos apresentam

lacunas relacionadas à definição de indicadores e metas de conservação, dificultando o acompanhamento da efetividade da gestão.

A APA Tambaba, localizada no litoral sul da Paraíba, abrange áreas dos municípios de Conde, Pitimbu e Alhandra. O rio Mucatu, que corta a unidade, é um curso d'água de grande relevância ecológica e social, utilizado para abastecimento, irrigação e turismo. No entanto, o plano de manejo da APA, aprovado pela Portaria SUDEMA nº 29/2017, não contempla indicadores específicos para avaliar a qualidade e a sustentabilidade hídrica, o que compromete a efetividade das ações de conservação.

O estudo busca responder à questão: como aprimorar a gestão hídrica da APA Tambaba por meio da definição e aplicação de indicadores de sustentabilidade? Assim, objetiva propor e aplicar indicadores que permitam mensurar o nível de sustentabilidade hídrica local, contribuindo para o aperfeiçoamento do planejamento e da governança ambiental.

METODOLOGIA

A pesquisa foi desenvolvida no baixo trecho do Rio Mucatu, em Pitimbu (PB), combinando análise documental e pesquisa de campo. Primeiramente, foi realizada uma análise crítica do Plano de Manejo da APA Tambaba, utilizando como referência os roteiros metodológicos do IBAMA (2002) e do ICMBio (2018).

Em seguida, foi elaborada uma Matriz de Indicadores de Sustentabilidade Hídrica, adaptada do SISDTur, estruturada em seis dimensões: Qualidade da Água, Cobertura Vegetal, Uso da Água, Saneamento e Resíduos, Educação Ambiental, e Gestão e Governança.

Foram aplicados 79 questionários (53 a moradores, turistas e comerciantes; 26 a servidores públicos), com 24 perguntas em escala Likert (1 a 5). O tratamento estatístico foi realizado no Microsoft Excel, calculando médias por dimensão e média geral total (MGT). A classificação seguiu os intervalos do SISDTur adaptado: 4,01–5,00 Sustentável; 3,01–4,00 Parcialmente sustentável; 2,01–3,00 Pouco sustentável; 1,00–2,00 Insustentável.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apontaram uma média geral total (MGT) de 2,4, classificando a área estudada como 'pouco sustentável'. Todas as dimensões apresentaram médias baixas, indicando fragilidades significativas na conservação e no uso racional da água. Cerca de 35% dos respondentes avaliaram o cenário como insustentável, e apenas 8% o classificaram como sustentável. As percepções mais críticas vieram de servidores públicos, que identificaram

deficiências na governança, saneamento e educação ambiental. Já comerciantes e moradores apresentaram visões mais otimistas, refletindo vínculo afetivo e engajamento local.

A análise crítica do Plano de Manejo da APA Tambaba confirmou essas deficiências. O documento carece de mapeamentos temáticos atualizados, sistema de indicadores, metas de monitoramento e mecanismos de participação social contínua. A inexistência de um programa de educação ambiental permanente compromete o engajamento comunitário.

A pesquisa propõe melhorias técnicas e normativas, como: inclusão de SIGs geoespaciais para mapear áreas de recarga e pontos de captação; criação de zonas hídricas específicas no zoneamento da APA; implementação de indicadores SMART; fortalecimento dos Conselhos Gestores e Comitês de Bacia; e desenvolvimento de programas permanentes de educação ambiental.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo evidencia que o baixo trecho do Rio Mucatu apresenta um nível preocupante de sustentabilidade hídrica, classificado como 'pouco sustentável'. As principais causas são a falta de saneamento básico, a ausência de programas contínuos de educação ambiental e a carência de mecanismos efetivos de gestão participativa. Os indicadores propostos mostraram-se eficazes para diagnosticar as fragilidades e orientar políticas de gestão sustentável. A adoção das recomendações apresentadas poderá fortalecer a resiliência ambiental do Rio Mucatu e contribuir para um modelo de gestão mais eficiente e sustentável dos recursos hídricos da região.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2021: informe anual. Brasília: ANA, 2021.
- BARBIERI, J. C. Desenvolvimento e meio ambiente. São Paulo: Saraiva, 2011.
- BRASIL. Lei nº 9.985/2000. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza.
- CMMAD. Nosso Futuro Comum. Rio de Janeiro: FGV, 1987.
- ICMBIO. Roteiro metodológico para elaboração de plano de manejo das unidades de conservação federais. Brasília: ICMBio, 2018.
- SILVA, M. C.; LIMA, J. R. Gestão de unidades de conservação e os desafios do monitoramento ambiental no semiárido brasileiro. Rev. Bras. Geogr. Física, 2021.
- TUNDISI, J. G. Recursos hídricos no século XXI: gestão e planejamento em bacias hidrográficas. São Carlos: Rima, 2008.

Área: Educação ambiental e Conscientização Pública

MICROPLÁSTICOS: DA CONTAMINAÇÃO À SUSTENTABILIDADE -DESAFIOS E PERSPECTIVAS GLOBAIS

Esther Maria Barros de Albuquerque¹; Michael Lopes da Silva²; Maria Betânia Silva Santos³

¹Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba, João Pessoa, E-mail: esther@aesa.pb.gov.br

²Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba, João Pessoa, E-mail:
michael.lopes@hotmail.com

³Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba, João Pessoa, E-mail: betania@aesa.pb.gov.br

RESUMO: Este artigo aborda os desafios globais relacionados à contaminação por microplásticos, destacando sua origem, diversidade morfológica, impactos ambientais e estratégias para a sua mitigação. Com o aumento da produção mundial de plástico desde meados do século XX, o acúmulo de resíduos plásticos nos ecossistemas aquáticos tornou-se uma preocupação crescente. Os microplásticos, que podem ser primários (produzidos em escala micro) ou secundários (resultantes da degradação de plásticos maiores), apresentam alta mobilidade nos ambientes aquáticos, facilitando a sua dispersão e transporte para diferentes ambientes. Estes poluentes impactam negativamente a biodiversidade marinha, pois espécies ingerem e transferem resíduos ao longo das cadeias alimentares, incluindo riscos à saúde humana devido à presença de aditivos químicos e poluentes orgânicos persistentes que se acumulam nos organismos. Para combater esse problema, enfatiza-se a importância de estratégias como a implementação de regulamentações mais rigorosas, o desenvolvimento de plásticos biodegradáveis, a promoção de uma economia circular, e a educação ambiental para conscientizar a população e estimular práticas sustentáveis. Ações integradas e investimentos em pesquisa são essenciais para garantir um futuro mais sustentável, preservando os recursos naturais e a saúde dos ecossistemas aquáticos.

Palavras-chave: Conscientização pública; Contaminação ambiental; Legislação ambiental; Plásticos.

INTRODUÇÃO

Na vida moderna, os plásticos têm enorme importância tecnológica e econômica devido à sua leveza, durabilidade, versatilidade e baixo custo de produção. A produção em massa de plásticos começou em 1950 e, em 2015, foram produzidas 8.300 milhões de toneladas métricas de plásticos (GEYER et al., 2017). No entanto, ao examinar todo o seu ciclo de vida, deve reconhecer-se que os plásticos têm um impacto negativo no ambiente e na sociedade em todas as fases, desde a extração de matérias-primas e o fabrico de produtos até ao consumo e eliminação (NOHARA et al., 2024).

O objetivo geral deste trabalho é abordar a problemática da poluição por microplásticos, fornecendo uma visão atualizada sobre sua diversidade morfológica, origens e impactos no meio ambiente.

METODOLOGIA

A metodologia utilizada neste trabalho envolveu uma revisão bibliográfica sistemática de artigos científicos, dissertações e teses relacionadas ao tema da poluição por microplásticos. A busca e seleção dos estudos foram realizadas em bases de dados científicas, como PubMed, Scopus e Web of Science, utilizando termos de busca específicos, como "microplásticos", "poluição por plásticos", "impactos ambientais" e outros relacionados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resíduos plásticos que atingem os oceanos são divididos em três categorias de tamanho: macroplásticos ($> 2,5$ cm), mesoplásticos (de 5 nm a 2,5 cm), microplásticos (de 5 nm a 1 μm) e nanoplasticos ($< 1 \mu\text{m}$) (FRIAS e NASH, 2019). Quando classificados quanto à fonte de origem, os microplásticos primários são aqueles produzidos em escala micro, para aplicações em produtos de higiene pessoal, cosméticos, agentes de limpeza, dentre outros, enquanto que os secundários podem resultar da degradação de plásticos maiores por atividades biológicas, químicas ou físicas (XIANG et al., 2022).

Baseado em suas características morfológicas podemos avaliar a diversidade de microplásticos, usualmente divididos por tipologias que podem indicar seus materiais de origem: fibras (equipamentos de pesca, tecidos sintéticos e filtros de cigarros), filmes (sacolas plásticas e embalagens), fragmentos (embalagens, descartáveis plásticos, desintegração de produtos poliméricos em geral), grânulos (pellets, microesferas cosméticas), espumas (boias, iscas, isopor, embalagens) e borrachas (desgaste de pneus e balões) (ANDRADY, 2017).

Houve um aumento acentuado na produção de plástico nas últimas décadas devido à sua relação custo-benefício, resistência à água, durabilidade e alta resistência, resultando em suas amplas aplicações, porém, como reação adversa, ocasionando sua acumulação no ambiente (COSTA et al., 2016).

Os microplásticos, quando dispostos no ambiente apresentam alta capacidade de se movimentar entre os diferentes compartimentos do ecossistema, sendo esse evento denominado “ciclo do microplástico” (LI et al., 2021). Seu reduzido tamanho aumenta sua periculosidade e facilita seu transporte, tornando-os uma preocupação global e uma emergência ecológica.

Atualmente todos os ecossistemas da Terra estão contaminados com microplásticos (PRATA et al., 2019). As atividades desenvolvidas em setores terrestres, destacando-se a agricultura, construção civil, turismo, e em setores marinhos como pesca, aquicultura e

navegação, além dos produtos consumidos individualmente, são responsáveis por algum tipo de liberação de microplásticos no meio ambiente (CESA, 2017).

Mesmo com alternativas para promover a degradação de plásticos no ambiente e com melhoramento no gerenciamento de resíduo, ainda há um grande acúmulo desse material no meio, principalmente em meio aquático (GONÇALVES et al., 2016). Esse acúmulo vem do descarte incorreto e de plásticos que foram descartados no ambiente há muito tempo, uma vez que ele leva cerca de 450 anos para degradar (CALVÃO e DEMARQUETTE, 2009; XU et al., 2018).

Estudos direcionados aos efeitos ecotoxicológicos dos microplásticos (MPs) em corpos hídricos de água doce e ambiente marinho ainda são limitados (OLIVATTO et al., 2018). Entretanto, a presença de MPs nesses meios tem chamado a atenção de pesquisadores ambientalistas acerca das consequências que essas micropartículas podem causar à biota aquática.

Em meio aquático, quando em tamanho micro, podem ser ingeridos por filtração e quando em tamanho macro, podem ser confundidos com alimento (LAMBERT, 2013). Podem ser ingeridos por alimentos ou água contaminados com plásticos (forma direta) ou ingerir animais que já possuam plástico em seu organismo (forma indireta) (GONÇALVES et al., 2016). Segundo Silva et al. (2021), como esses materiais não são digeridos por quem os ingere acabam se acumulando, podendo causar obstrução do intestino, desregulação de hormônios esteroides, dificultar o crescimento, alterar o comportamento da natação e interferir na flutuabilidade do animal, além de afetar o sistema imunológico, resultando em susceptibilidade a doenças além de desnutrição pelo fato de ingerir plástico ao invés de alimento.

A poluição por microplásticos no ambiente marinho é uma ameaça para uma série de espécies que ingerem e transferem este composto dentro de teias alimentares. Este fato representa um potencial toxicológico que ameaça diversas espécies marinhas por causa dos aditivos químicos presentes em vários produtos plásticos, ou mesmo de poluentes orgânicos persistentes que podem se acumular nestas espécies, levando a biomagnificação na cadeia alimentar (SHARIFINIA et al., 2020).

Diante de sua ampla gama de aplicações, praticidade e versatilidade, é inegável que os plásticos oferecem benefícios significativos. No entanto, é importante reconhecer que o uso desenfreado desses materiais também acarreta consequências devastadoras para a sociedade.

De acordo com estudo desenvolvido por Silva et al. (2023) na Baía de Guanabara (RJ), ao avaliar as suas principais fontes de poluentes, contatou-se que estão diretamente relacionadas com o problema de saneamento básico que contêm detritos plásticos; a disposição e gestão inadequada de resíduos sólidos, pois incluem em sua composição grande parcela de resíduos plásticos; e o escoamento de poluentes plásticos por meio da drenagem urbana para os corpos hídricos. Ressalta-se ainda no trabalho a necessidade de implementação de políticas públicas e legislação efetiva com enfoque no combate à poluição por microplásticos.

A educação ambiental desempenha um papel fundamental na conscientização da população sobre os impactos negativos dos plásticos no meio ambiente e na promoção de práticas sustentáveis. Ao promover a educação ambiental como uma ferramenta para reduzir uso de plásticos e incentivar práticas sustentáveis, é possível criar uma cultura de respeito ao meio ambiente e de responsabilidade compartilhada na preservação dos recursos naturais para as gerações futuras.

A análise das tendências futuras em relação à produção, uso e gestão de plásticos para a redução da poluição por microplásticos e a proteção dos ecossistemas marinhos aponta para diversas direções estratégicas. Uma das principais tendências é a inovação em materiais sustentáveis, buscando desenvolver plásticos biodegradáveis e compostáveis como alternativas aos plásticos convencionais de longa vida útil. Além disso, a transição para uma economia circular, onde os plásticos são reutilizados, reciclados e reintegrados na cadeia produtiva, é essencial para minimizar a produção de resíduos plásticos e reduzir a poluição nos corpos de água.

A implementação de regulamentações mais rigorosas e políticas públicas eficazes também se destaca como uma tendência importante, visando proibições de plásticos de uso único e incentivos para a reciclagem. A sensibilização pública sobre os impactos dos microplásticos nos ecossistemas aquáticos e a promoção de comportamentos responsáveis em relação ao uso e descarte de plásticos são fundamentais para a proteção dos corpos de água.

Por fim, o investimento em pesquisa e inovação é essencial para o desenvolvimento de soluções eficazes e sustentáveis no combate à poluição por microplásticos e na proteção dos ecossistemas aquáticos. Considerando essas tendências e adotando medidas proativas, é possível avançar em direção a um futuro mais sustentável, onde a produção, uso e gestão de plásticos são orientados para a preservação da biodiversidade aquática e a saúde dos ecossistemas marinhos.

CONCLUSÕES

Com base nas informações apresentadas, podemos concluir que a poluição por microplásticos é uma preocupação crescente devido à sua ampla distribuição nos ecossistemas, impactando negativamente a biodiversidade e a saúde humana. A diversidade morfológica e origens dos microplásticos, juntamente com sua capacidade de movimentação no ambiente, ressaltam a complexidade e gravidade desse problema ambiental. Estratégias como educação ambiental, desenvolvimento de plásticos sustentáveis e regulamentações eficazes são fundamentais para mitigar a poluição por microplásticos e proteger os ecossistemas aquáticos. O investimento em pesquisa e inovação é essencial para o desenvolvimento de soluções sustentáveis e eficazes. Portanto, é crucial adotar medidas proativas e responsáveis em relação ao uso e descarte de plásticos, visando a preservação da biodiversidade aquática e a saúde dos ecossistemas marinhos para um futuro mais sustentável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADY, A. L. The plastic in microplastics: a review. *Marine Pollution Bulletin*, v. 119, 2017.
- CALVÃO, P. S.; DEMARQUETTE, N. R. Obtenção e Caracterização de Misturas do Polímero Biodegradável P [3HB] e seu Copolímero P [3HB -co- 3HV] com elastômeros. 2009. 150 f. Universidade de São Paulo, 2009.
- CESA, F. Microplásticos têxteis: emissão de fibras sintéticas na lavagem doméstica. 2017. Dissertação (Mestrado em Ciências) –Programa de Pós-Graduação em Têxtil e Moda, Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2017.
- COSTA, J. P.; SANTOS, P. S. M.; DUARTE, A. C.; SANTOS, T. R. (Nano)plastics in the environment - Sources, fates and effects. *Science Total Environment*, v. 566, 2016.
- FRIAS, J. P. G. L.; NASH, R. Microplastics: Finding a consensus on the definition. *Marine Pollution Bulletin*, v. 138, 2019.
- GEYER, R.; JAMBECK, J. R.; LAW, K. R. Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances*, v. 3, e170078, 2017.
- GONÇALVES, A. C. S.; GRANADEIRO, J. P.; LOURENÇO, P. M. G. Ocorrência de microplásticos em zonas intermareais e sua relação com variáveis ambientais. 2016. 92 f. Universidade de Lisboa, 2016.
- LAMBERT, S. Environmental Risk of Polymers and their Degradation Products. 2013. 198 f. University of York, 2013.
- LI, C. C.; GAN, Y.; ZHANG, C.; HE, H.; GANG, J.H.; et al.; “Microplastic communities” in different environments: Differences, links, and role of diversity index in source analysis. *Water Research*, v. 188, 2021.
- NOHARA, N. M. L.; TARAZONA, M. C. A.; TRIBONI, E. R.; NOHARA, E. L.; VILLAREAL-CHIU, J. F.; CEDILLO-GONZÁLEZ, E. I. C. Are you drowned in microplastic pollution? A brief insight on the current knowledge for early career researchers developing novel remediation strategies. *Science of the Total Environment*, v. 918, 2024.
- PRATA, J.; COSTA, J. P.; DUARTE, A. C.; SANTOS, T. R. Methods for sampling and

detection of microplastics in water and sediment: a critical review. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, v. 110, 2019.

SHARIFINIA, M.; BAHMANBEIGLOO, Z. A.; KESHAVARZIFARD, M. KHANJANI, M. H. Microplastic pollution as a grand challenge in marine research: a closer look at their adverse impacts on the immune and reproductive systems. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, v. 204, 2020.

SILVA, D. C.; VIEIRA, H. A. G.; ROLIM, V. S.; SILVA, W. F.; SOUSA, M. G.; PAULINO, M. G.; MARIANO, W. S. Contaminantes ambientais: efeitos dos microplásticos em organismos aquáticos e terrestres. *Reserach, Society and Development*, v. 10, n. 7, 2021.

SILVA, V. C. C.; ANDRADE, R. C.; VERNIN, N. S.; TORRES NETTO, A. Estudo das fontes de poluição por microplásticos recorrentes na Baía de Guanabara, Rio de Janeiro. *Revista de Gestão de Água da América Latina*, v. 20, 2023.

WRIGHT, J.; Microplastics in the marine environment: sources, effects, and potential solutions. *Environmental Pollution*, v. 123, n. 4, 2013.

XIANG, Y.; JIANG, L.; ZHOU, Y. Z.; LUO, Z.; ZHI, D.; YANG, J.; LAM, S. S. Microplastics and environmental pollutants: Key interaction and toxicology in aquatic and soil environments. *Journal of Hazardous Materials*, v. 422, 2022.

XU, F.; WANG, B.; YANG, D.; HAO, J.; QIAO, Y.; TIAN, Y. Thermal degradation of typical plastics under high heating rate conditions by TG-FTIR: Pyrolysis behaviors and kinetic analysis. *Energy Conversion and Management*, v. 171, n. April, 2018.

Área: Educação Ambiental e Conscientização Pública

ODS NA ESCOLA: EXPERIÊNCIA EDUCATIVA NA PARAÍBA

Ludmyla Ferreira de Brito¹; Emanuelle Da Silva Ramos¹; Wilma Izabelly Ananias Gomes²;
Joseline Molozzi¹

¹Universidade Estadual da Paraíba, 351 Baraúnas, Bodocongó, Campina Grande-PB, 58429-500, E-mail: ludmyla.ferreira.brito@gmail.com; jmlozzzi@gmail.com, ²Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação (PPGEC), Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Rua Baraúnas, 351- Universitário, Campina Grande- PB, E-mail: wilmaizabelly@hotmail.com. E-mail do autor correspondente: ludmyla.ferreira.brito@gmail.com

RESUMO: O estudo teve como objetivo sensibilizar estudantes sobre a importância dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) para a qualidade de vida da população. A pesquisa foi desenvolvida em duas escolas públicas do município de Pocinhos-PB. Para avaliar o conhecimento dos alunos sobre o tema, foram aplicados questionários antes e depois das atividades educativas, contendo 5 perguntas, quatro de múltipla escolha e uma aberta. Participaram da atividade 88 alunos Os resultados demonstraram uma redução nas respostas classificadas como “muito baixo” e “baixo” conhecimento, e um aumento nas categorias “médio”, “alto” e “muito alto” após a intervenção. As escolas foram apontadas como a principal fonte de informação sobre o tema nas duas etapas do estudo. Conclui-se que a inserção dos ODS no ambiente escolar contribui para o desenvolvimento do senso crítico e da responsabilidade socioambiental, sendo fundamental que essa abordagem seja mantida de forma contínua nas práticas pedagógicas.

Palavras-chave: Educação Ambiental; Metodologias Ativas; Popularização da Ciência; Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

INTRODUÇÃO

As discussões sobre desenvolvimento sustentável começaram na ONU em 1972 e avançaram com os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio e, posteriormente, com a Agenda 2030 e os 17 ODS, estabelecidos em 2015 por 193 países. Esses objetivos buscam equilibrar progresso econômico, preservação ambiental e bem-estar social, abrangendo metas como erradicação da pobreza e proteção dos ecossistemas.

A Educação Ambiental é fundamental para divulgar os ODS, promovendo valores, atitudes e práticas sustentáveis. Reconhecida como processo contínuo desde a Conferência de Tbilisi (1977), sua importância no Brasil foi reforçada pelo Projeto de Lei de 2024, que torna obrigatória a inclusão de temas como mudanças climáticas e biodiversidade nas escolas até 2025, preparando os estudantes para enfrentar desafios ambientais e fortalecer a educação para a sustentabilidade.

Estudos recentes destacam que a inserção dos ODS no ambiente escolar vai além da transmissão de informações, pois estimula o engajamento dos alunos em ações práticas, como hortas, reciclagem e projetos de conservação (DOMINGUES, 2025). Tais atividades tornam o aprendizado efetivo e contribuem para mudanças de comportamento. Pesquisas realizadas em Pombal (PB) mostraram um aumento de 30% na conscientização dos participantes sobre resíduos sólidos após ações de educação ambiental (XAVIER et al., 2015). De modo semelhante, estudos no Rio de Janeiro indicam a necessidade de ampliar o debate sobre os ODS nas escolas e integrar diferentes setores sociais ao processo educativo (MEIRELES et al., 2024; NUNES, 2023).

No contexto paraibano, pesquisas apontam que ainda há compreensões fragmentadas sobre sustentabilidade, limitadas muitas vezes à preservação ambiental, o que reforça a necessidade de práticas pedagógicas integradas e reflexivas (FARIAS et al., 2019). Experiências com metodologias ativas, como jogos e vídeos, aplicadas na Educação de Jovens e Adultos no Cariri Paraibano, mostraram resultados positivos ao aproximar os estudantes dos temas da Agenda 2030 (SOUSA; CAMAROTTI, 2024).

Dessa forma, o presente estudo tem como objetivo principal informar e sensibilizar estudantes paraibanos sobre os ODS e sua importância na promoção de uma vida sustentável. Especificamente, busca-se identificar o conhecimento prévio dos alunos sobre os objetivos e avaliar as mudanças em sua percepção após uma intervenção educativa, destacando a relevância da educação ambiental como ferramenta de transformação social e promoção da sustentabilidade.

METODOLOGIA

O estudo foi realizado entre julho e setembro de 2024 em duas escolas públicas localizadas no município de Pocinhos-PB, a Escola Municipal Maria da Guia Sales Hermínio e Escola Municipal Padre Galvão.

Participaram da pesquisa alunos do 8º ano, com prévia autorização formal dos responsáveis e aprovação ética (parecer nº 76838723.8.0000.5187). A coleta de dados ocorreu em três etapas: aplicação de questionário diagnóstico, intervenção educativa com palestras, vídeos e dinâmicas sobre os ODS, e reaplicação do questionário para avaliar mudanças na percepção dos estudantes.

As respostas das perguntas de múltipla escolha foram categorizadas em: muito baixo, médio, alto e muito alto. Enquanto as respostas da pergunta aberta foram organizadas em seis categorias: Saúde e bem-estar; Educação; Saneamento; Desigualdade socioeconômica; Meio

ambiente; e Desenvolvimento sustentável, permitindo identificar padrões de entendimento antes e depois das atividades. A análise de dados utilizou abordagem qualitativa baseada na Análise de Conteúdo de Bardin, garantindo interpretação criteriosa das respostas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

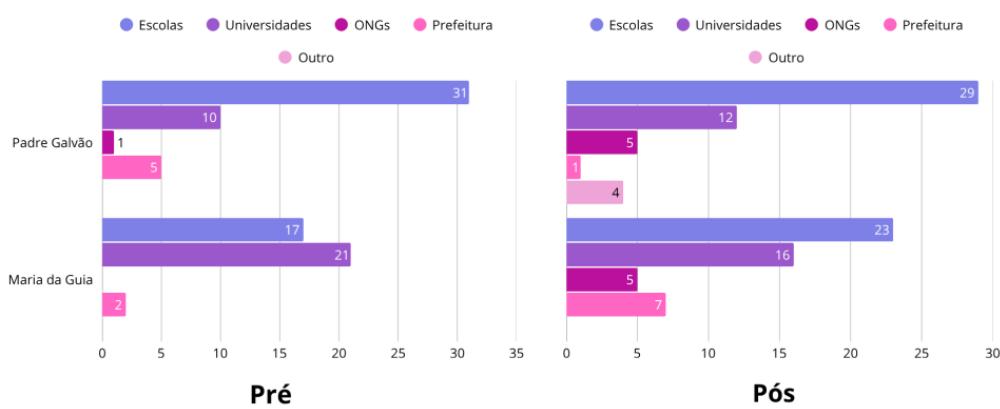
O estudo envolveu 88 alunos do 8º ano de duas escolas públicas de Pocinhos-PB. Antes da intervenção, observou-se um conhecimento limitado sobre os ODS, principalmente restrito à preservação ambiental. Após as atividades educativas — que incluíram palestras, vídeos e dinâmicas — houve ampliação significativa na compreensão e valorização dos objetivos da Agenda 2030.

As respostas indicaram redução nas classificações de “muito baixo” e “baixo” conhecimento e aumento nas categorias “médio”, “alto” e “muito alto”. Além disso, os estudantes passaram a reconhecer os ODS como instrumentos de melhoria da qualidade de vida, destacando temas como desigualdade socioeconômica, meio ambiente, educação e sustentabilidade.

As escolas foram apontadas como a principal fonte de informação nas duas etapas da pesquisa, demonstrando seu papel essencial na formação cidadã. As atividades práticas e lúdicas favoreceram o engajamento dos alunos, que relataram maior interesse em participar de ações voltadas à conservação ambiental e à promoção da equidade social.

Figura 1. Escolas apontadas como principal fonte de informação sobre ODS.

Quem deve trazer informações sobre os ODS?



Esses resultados confirmam a eficácia das metodologias ativas na promoção da Educação Ambiental e na integração dos ODS ao cotidiano escolar, contribuindo para o desenvolvimento do senso crítico e da responsabilidade socioambiental dos estudantes.

CONCLUSÕES

Antes da intervenção, os alunos apresentavam conhecimento superficial sobre os ODS e o desenvolvimento sustentável. Após a implementação das atividades, observou-se um aumento na compreensão dos alunos sobre a importância dessas metas no cotidiano e no futuro das comunidades e do planeta. Os estudantes passaram a se reconhecer como agentes de mudança, percebendo que suas atitudes diárias podem impactar diretamente o alcance dos ODS e a qualidade de vida local. A diversidade e abrangência das respostas após a intervenção indicam que as atividades estimularam reflexão sobre questões ambientais e sociais em um contexto mais amplo. O estudo reforça a importância de integrar os ODS no ambiente escolar e recomenda a continuidade e expansão dessas ações para engajar mais escolas e comunidades na formação de cidadãos críticos e conscientes.

REFERÊNCIAS

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. 1. ed. São Paulo: Edições 70, 2011.

Brasil. Ministério da Saúde. **Sistema de Informação de Agravos de Notificação** [Internet]. 2020. Disponível em: <http://portalsinan.saude.gov.br/o-sinan>. [acesso em 16 jul 2024]

BRASIL. Projeto de Lei nº 6230, de 2023. Altera a Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999, para assegurar atenção às mudanças do clima, à proteção da biodiversidade e aos riscos e vulnerabilidades a desastres socioambientais no âmbito da Política Nacional de Educação Ambiental. Diário do Senado Federal, Brasília, DF, 2023. PL 1733/2015.

BRASIL. Secretaria de Governo da Presidência da República; Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão. **Relatório nacional voluntário sobre os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável: Brasil 2017**. Brasília: Presidência da República, 2017. 76 p. il.

DOMINGUES, H. M. S. **Campanhas de conscientização ecológica no ambiente escolar: um modelo educativo**. International Integralize Scientific. v 5, n 45, Março/2025 ISSN/3085-654X. Disponível em: <https://iiscientific.com/artigos/b86565/>. Acesso em: 18 maio 2025.

MEIRELES, F. F., MELLO, J. A. V. B., PEREIRA, M. O. **Uma análise do andamento da implementação dos ODS no currículo de alunos em bairro da periferia do Rio de Janeiro**. *Sisyphus – Journal of Education*, Lisboa, v. 12, n. 2, p. 78-94, jul./out. 2024.

NUNES, L. C. **Educação Ambiental para Sustentabilidade: Objetivos de Desenvolvimento Sustentável nas Escolas.** Revista Científica FESA, [S. l.], v. 3, n. 12, p. 91–103, 2023. DOI: 10.56069/2676-0428.2023.355. Disponível em: <https://revistafesa.com/index.php/fesa/article/view/355>. Acesso em: 22 jun. 2024.

SOUZA, I. P. F. D.; CAMAROTTI, M. D. F. **Objetivos de desenvolvimento sustentável em pauta: uso de metodologias ativas com turmas da educação de jovens e adultos (eja) no cariri paraibano.** Anais do X CONEDUCampina Grande: Realize Editora, 2024. Disponível em: <<https://ns1.editorarealize.com.br/artigo/visualizar/110326>>. Acesso em: 17/06/2025 19:00

XAVIER, Alda Leaby dos Santos; SILVA, Edevaldo da; ALMEIDA, Elzenir Pereira de Oliveira. **Influência da educação ambiental na percepção de alunos do ensino público de Pombal, Paraíba, quanto à gestão dos resíduos sólidos.** *Revista Espacios*, v. 36, n. 8, p. 1–9, 2015. Disponível em: <https://www.revistaespacios.com/a15v36n08/15360801.html>. Acesso em: 18 maio 2025.

Área: Reuso de Águas Residuárias

PERSPECTIVAS PARA O REUSO DE CONCENTRADO DE DESSALINIZADORES: RESPOSTAS FISIOLÓGICAS DE PLANTAS SOB DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE ÁGUA SALINA

Valderice Pereira Alves Baydum^{1,2}; Pedro Henrique Ribeiro de Assis¹; Elyda Evelyn do Nascimento França¹; Valmir Cristiano Marques de Arruda¹, André Felipe de Melo Sales Santos¹

¹Departamento de Engenharia Agrícola e Ambiental, Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Recife/PE, CEP 52171-900

² Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA), Av. Dr. Jaime da Fonte, 64, Recife/PE
E-mail do autor correspondente: valderice@hotmail.com

RESUMO: A dessalinização da água do mar produz efluentes caracterizados por elevadas concentrações de sal. Este concentrado impõem um novo desafio de tratamento pois o sal inibe os processos biológicos. O estudo pretende avaliar a resposta fisiológica de duas espécies de plantas, o Mureré (*Eichhornia Paniculata*) e a Beterraba (*Beta Vulgaris L.*) ao tratamento com o concentrado. As plantas foram submetidas a concentrações variadas do concentrado, cuja salinidade média apresentava 59 a 65 mS cm⁻¹. O delineamento experimental para o Mureré considerou diluições variando de 1 (concentrado), 1:19 e branco (água destilada), enquanto para a Beterraba foram variados de 1 (concentrado), 1:9, 1:19 e o branco. Foram aplicados para cada tratamento, o volume de 500 mL (Mureré) e 300 mL (Beterraba). Após o período de 7 dias de experimento, a taxa de evapotranspiração observada para o Mureré foi de 11% (concentrado) e praticamente 100% (branco) e para a beterraba foi de 0% (concentrado), 6% (1:9) e 11% (branco e 1:19), ao final do TDH. Os percentuais de remoção de sais, avaliados em termos de condutividade, para o Mureré e Beterraba, foram respectivamente 3% e 0,7% considerando a solução concentrada.

Palavras-chave: Plantas; salinidade; resíduo de dessalinização.

INTRODUÇÃO

A dessalinização da água do mar produz efluentes caracterizados por elevadas concentrações de sal, que impõem um novo desafio de tratamento biológico.

Existem espécies de plantas que são adaptadas à presença de sal (halotolerantes ou halófitas). Entre as espécies adaptadas que podem ser utilizadas em leito para tratamento destaca-se – o Mureré (*Eichhornia Paniculata*), planta perene, nativa das regiões norte e nordeste do Brasil, encontrada nas margens de rios e lagos, onde desempenha um papel ecológico importante e a Beterraba (*Beta Vulgaris L.*), considerada uma planta tolerante à salinidade, podendo ser cultivada em solos salinos (LACERDA *et al.*, 2012; MOURA *et al.*,

2022). Essa tolerância pode variar entre cultivares, mas em geral, a planta apresenta um limiar de salinidade (CE) de $7,0 \text{ dS m}^{-1}$ conforme apontam Ayers & Westcot (1991).

O presente estudo pretende avaliar a capacidade de adaptação e tratamento do concentrado do dessalinizador da água do mar por meio de duas espécies de plantas, o Mureré (*Eichhornia Paniculata*) e Beterraba (*Beta Vulgaris L.*).

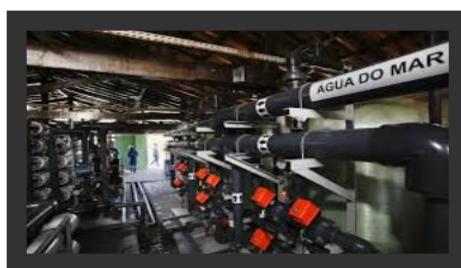
METODOLOGIA

As características físico químicas do concentrado proveniente do dessalinizador da água do mar de Fernando de Noronha/PE (Figura 1), utilizado no experimento de reuso, estão descritas na Tabela 1 abaixo:

Tabela 1. Valores médios para os parâmetros do concentrado de Fernando de Noronha/PE

Parâmetro	Faixa Típica
pH	7,9-8,0
Conduтивidade elétrica	57.900 - 65.800 $\mu\text{S/cm}$
Turbidez	0,1 - 0,2 NTU
Cor aparente	0,1 - 2 uH
Sódio (Na)	15.316-16.087 mg/L
Alcalinidade	221,1 - 227,1 mg/L
Cloreto (Cl ⁻)	38.308 - 40.598 mg/L
Dureza	12.911 -13.308 mg/L
Cálcio (Ca ²⁺)	837-838 mg/L
Magnésio (Mg ²⁺)	2725 - 2628 mg/L

Figura 1. Dessalinizador do Arquipélago de Fernando de Noronha



As plantas utilizadas no experimento foram o Mureré (*Eichhornia Paniculata*) e a Beterraba (*Beta Vulgaris L.*).

Figura 2. Mureré (*Eichhornia Paniculata*) e Beterraba (*Beta Vulgaris L.*)



Foram utilizadas garrafas PET para construção de um protótipo de leito, em escala de laboratório, onde as plantas ficaram em contato com o concentrado. Os ensaios foram realizados no Laboratório de Saneamento Ambiental da UFRPE. O plano de monitoramento estabelecido, monitorou os parâmetros: pH, Condutividade Elétrica, Alcalinidade, Dureza e Temperatura.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Projeto piloto Mureré

As plantas foram transplantadas para garrafas PET contendo 500 mL de solução, variando conforme o tratamento constante na Figura 3 abaixo:

Figura 3. Experimento piloto Mureré (*Eichhornia Paniculata*) e tratamentos.



	Concentrado	Diluição (1:19)	Branco
(1)			

Após TDH de 7 dias, os resultados podem ser observados na Tabela 2 e Figura 4 abaixo:

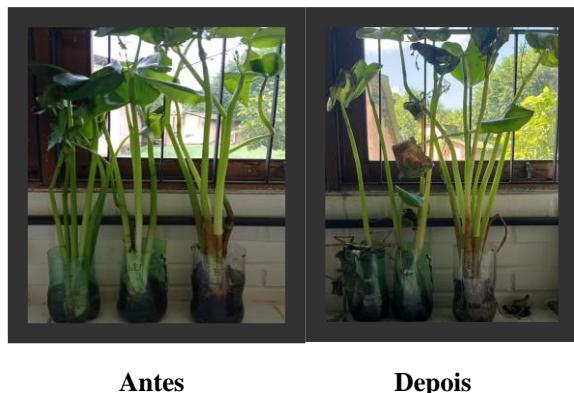
Tabela 2. Valores médios para os parâmetros avaliados no experimento para cada tratamento

Parâmetro	Concentrado bruto	Concentrado (1)	Diluição (1:19)	Branco
Temperatura (°C)	26,8	25,2	25	29
pH				
Condutividade elétrica (mS/cm)	65.8	63,39	63,39	0,6
Volume (mL)	500	445	200	0
Aspecto folhagem	Densa	Seca	Seca	Densa

A Taxa de evapotranspiração observado para o Murupé foi de 11 % (solução concentrada) e praticamente 100% (branco) ao final do TDH, a soluções salinas evaporam mais lentamente do que água pura. Isso ocorre porque a presença de sal (íons) na água diminui a

pressão de vapor da água, tornando mais difícil para as moléculas de água escaparem da superfície e evaporarem.

Figura 4. Aspecto antes e após o tratamento



Projeto piloto Beterraba

As plantas foram transplantadas para garrafas PET contendo 300 mL de solução, variando conforme o tratamento constante na Figura 5 abaixo:

Figura 5. Experimento piloto Beterraba (*Beta Vulgaris L.*) e tratamentos.



Após TDH de 7 dias, os resultados podem ser observados na Tabela 2 abaixo:

Tabela 3. Valores médios para os parâmetros avaliados no experimento para cada tratamento

Parâmetro	Concentrado bruto	Branco	Concentrado (1)	Diluição (1:9)	Diluição (1:19)
Condutividade elétrica (mS/cm)	59,05	23 µS/cm	58,66	8,7	5,34
pH	6,4	5,8	5,8	6,76	6,1
Alcalinidade (mg/L)	180	80	120	40	40
Dureza (mg/L)	450	0	450	175	100
Volume (mL)	--	260	300	280	268
Temperatura (°C)	26,8	26,5	26	26,9	25
Desenvolvimento de Cor	NA	---	Rosa	---	----
Aspecto	NA	Folhagem	Rara folhagem	Rara folhagem	Discreta Folhagem

Figura 6. Aspecto antes e após o tratamento



A Taxa de evaporação para a beterraba foi de 0% (concentrado) e ainda houve desidratação no tubérculo, 6% (diluição 10 x) e 11% (branco e diluição 20x).

Para as condições de condutividade elevada, todas as cultivares apresentaram maior sensibilidade à salinidade. Os percentuais de remoção de sais, avaliados em termos de condutividade, para a macrófita e beterraba, foram respectivamente 3% e 0,7% considerando a solução concentrada;

CONCLUSÕES

Todas as cultivares apresentaram maior sensibilidade à salinidade com efeito negativo quanto ao desenvolvimento de folhas e raízes, desidratação do tubérculo e coloração do efluente (beterraba), folhas secas e necrosadas (Murupé), em especial para o concentrado.

As eficiências de remoção de salinidade, foram discretas, nas condições de diluição avaliadas e do concentrado utilizado.

Podem ser ampliados estudos com hidroponia utilizando o concentrado e plantas halófitas, com cultivares tolerantes que se adaptem a esses sistemas.

REFERÊNCIAS

SILVA, A. O., KLAR, A. E., SILVA, É. F. D. F., TANAKA, A. A., & S JUNIOR, J. F.. Relações hídricas em cultivares de beterraba em diferentes níveis de salinidade do solo. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 17, p. 1143-1151, 2013.

LACERDA, L. P.; LANGE, L. C.; FRANÇA, M G. C.. redução de salinidade em cultivo hidropônico de capim vetiver (*Vetiveria zizanioides*) e aguapé (*Eichhornia crassipes*). Revista AIDIS de ingeniería y ciencias ambientales: Investigación, desarrollo y práctica, p. 1-10, 2012.

MOURA GUERRA, A.M. N.; MACHADO, L. C. Germinação de sementes e crescimento de plântulas cultivares de beterraba submetidas ao estresse salino. Research, Society and Development, v. 11, n. 7, p. e9411729686-e9411729686, 2022.

Área: Reuso de Águas Residuárias

PRÁTICAS DE REUSO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS NOS SETORES AQUÍCOLAS DO CCHSA/UFPB

Agnne Mayara Oliveira Silva¹; Vinicius Alves Martins²; Maria Aparecida Lima do Nascimento³;
Joseildo Gomes de França⁴; Isabela Sousa Lopes Rangel⁵

¹Graduanda do Bacharelado em Agroecologia, Universidade Federal da Paraíba, Bananeiras, PB, E-mail: agnnemayara@hotmail.com

²Graduando do Bacharelado em Agroecologia, Universidade Federal da Paraíba, Bananeiras, PB, E-mail: martins.v.a.agro@hotmail.com

³Graduanda do Bacharelado em Agroecologia, Universidade Federal da Paraíba, Bananeiras, PB, E-mail: maria.nascimento2@academico.ufpb.br

⁴Graduado do Bacharelado em Agroindústria, Universidade Federal da Paraíba, Bananeiras, PB, E-mail: joseildog14@gmail.com

⁵Docente do Departamento de Agricultura, Universidade Federal da Paraíba, Bananeiras, PB, E-mail: izabelaisl@yahoo.com.br

E-mail do autor correspondente: agnnemayara@hotmail.com

RESUMO: O presente estudo teve como objetivo investigar as fontes de abastecimento e as práticas de reuso de águas residuárias no Setor de produção Aquícola pertencente ao Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias, da Universidade Federal da Paraíba, em Bananeiras, PB. Foram realizadas visitas técnicas aos Laboratórios de Carcinocultura, Piscicultura e Ranicultura, analisando-se a origem das fontes hídricas de abastecimento, assim como as características e a destinação da água utilizada. Observou-se que os Laboratórios de Carcinocultura e Piscicultura são abastecidos pelo açude da universidade, enquanto a Ranicultura utiliza água de poço tubular. Os efluentes apresentam manejo distinto: Carcinocultura e Piscicultura descartam os efluentes do manejo dos animais diretamente no rio e demais efluentes dos ambientes administrativos em fossa, enquanto a Ranicultura direciona seus efluentes a um barreiro que funciona como lagoa de decantação. Constatou-se a ausência de tratamento padronizado, evidenciando risco de contaminação ambiental. O estudo reforça a importância da implementação de sistemas eficientes de reuso e gestão hídrica, promovendo uso racional da água, segurança ambiental e sustentabilidade das atividades aquícolas.

Palavras-chave: Efluentes; Gestão hídrica; Sustentabilidade ambiental.

INTRODUÇÃO

A água é um recurso vital para todos os seres vivos e, historicamente, foi percebida como abundante e inesgotável (PIRATOBA, 2017). Com o aumento da pressão sobre os recursos hídricos, a utilização de águas residuárias tratadas surge como uma estratégia essencial para otimizar o uso da água e reduzir impactos ambientais (FEDOROVÁ et al., 2022).

Águas residuárias originam-se de atividades humanas, incluindo residências, indústrias, agropecuária e aquicultura. Quando não tratadas e descartadas inadequadamente, podem

contaminar corpos hídricos e lençóis freáticos, gerando riscos à saúde pública e ao meio ambiente (SILVÉRIO, 2024).

No Brasil, a produção aquícola aumentou 6,2% em 2023, segundo o Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA, 2024), intensificando o uso de água em atividades produtivas. Diante disso, o manejo eficiente das águas residuárias é fundamental, sendo o reuso dessas águas tratadas uma ferramenta estratégica para gestão hídrica e sustentabilidade das atividades aquícolas (CARVALHO, 2023).

O objetivo deste trabalho foi investigar as fontes de abastecimento e as práticas de reuso de águas residuárias no Setor de produção Aquícola pertencente ao Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias, da Universidade Federal da Paraíba, em Bananeiras, PB.

METODOLOGIA

O presente estudo foi realizado no Setor de Produção Aquícola do Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, em Bananeiras, PB, abrangendo os Laboratórios de Carcinocultura, Piscicultura e Ranicultura. As atividades de coleta de dados envolveram visitas técnicas aos laboratórios para investigar de maneira detalhada a gestão da água utilizada e seus efluentes dessas unidades.

Foram examinadas a procedência da água, suas características físicas e sensoriais, a realização de análises ou tratamentos antes e após o uso, bem como a gestão e destinação dos efluentes gerados nas atividades produtivas. As observações foram realizadas de forma visualmente direta e qualitativa, considerando atributos perceptíveis como cor e odor, bem como os procedimentos operacionais aplicados em cada laboratório.

Após a coleta, os dados foram organizados em tabelas, possibilitando uma análise comparativa entre os laboratórios, a identificação de padrões, diferenças e potenciais riscos associados ao manejo da água e dos efluentes, além de fornecer subsídios para a formulação de recomendações voltadas à gestão hídrica sustentável e à mitigação de impactos ambientais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas visitas aos locais analisados observou-se que a água utilizada apresenta diferentes origens. Os Laboratórios de Carcinocultura e Piscicultura são abastecidos pelo açude da universidade, enquanto o Laboratório de Ranicultura utiliza água proveniente de um poço tubular localizado nas proximidades do prédio (Quadro 1).

Quadro 1. Análises do uso e reuso da água no Setor de Produção Aquícola do Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, em Bananeiras, PB.

Análises / Laboratórios	Carcinocultura	Carcinocultura	Ranicultura
Origem da água	Açude da universidade	Açude da universidade	Poço
Características da água	Escura, odor característico	Escura, odor característico	Translucida, sem odor
Analises	Anual	Anual	Não
Tratamento físico antes do abastecimento	Decantação e filtragem	Decantação e filtragem	Não
Tratamento biológico/químico antes do abastecimento	Não	Não	Não
Utilização da água	Viveiros, laboratórios, banheiro	Viveiros, laboratórios, banheiro	Baias e tanque dos girinos, abatedouro, laboratório e banheiros
Descarte de Efluentes	Rio e fossa	Rio e fossa	Barreiro pequeno - lagoa de decantação e fossa

Fonte: Autoria própria.

Na Quadro 1, ainda pode-se averiguar que a água proveniente do açude possui filtragem preliminar, mas não retém totalmente a matéria orgânica, conferindo cor escura e odor característico, possivelmente de decomposição de matéria orgânica. A água do poço não apresenta alterações físicas, embora haja histórico de contaminação na área. Nenhum laboratório utiliza tratamento químico que elimine microrganismos, entretanto esses recursos hídricos não são utilizados para consumo humano direto, limitando-se apenas aos usos operacionais de manejo dos animais e uso em bancas e banheiros dos laboratórios.

Os Laboratórios de Carcinocultura e Piscicultura descartam seus resíduos diretamente no canal que escoa para o rio e os provenientes dos ambientes sanitários para a fossa, sem tratamento. Já o Laboratório de Ranicultura utiliza um barreiro de pequenas dimensões, funcionando como lagoa de decantação, seguida por fossas negra para demais efluentes.

Essa diferença evidencia a ausência de um sistema adequado, uniforme de tratamento e disposição final dos efluentes, representando riscos à qualidade da água superficial e subterrânea. Ainda conforme a Resolução CONAMA nº 430/2011, o lançamento de efluentes só é permitido após tratamento que atenda aos parâmetros físico-químicos e microbiológicos, incluindo DBO, pH, metais pesados e coliformes termotolerantes, garantindo a segurança ambiental e o potencial de reuso seguro.

Ademais, o reuso de águas residuárias em setores como o da Aquicultura contribui para economia circular, transformando efluentes em recurso aproveitável, diminuindo o consumo de água potável e reduzindo impactos ambientais (CARNIN & JOÃO, 2021).

CONCLUSÕES

A água utilizada nas atividades e os efluentes gerados no Setor de Produção Aquícola do CCHSA/UFPB não passam por tratamento adequado antes e para o descarte. Diante disso, torna-se imprescindível a implantação de sistemas de tratamento e reuso das águas residuárias, de modo a atender à Resolução CONAMA nº 430/2011 e assegurar práticas ambientalmente sustentáveis no manejo hídrico do setor.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011.** Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Diário Oficial da União, Brasília, DF, n. 92, p. 89–95, 16 maio 2011.

CARGNIN, J. M. V.; JOÃO, J. J. **Removal of nutrients from aquaculture residual water: a review.** Ambiente & Água – An Interdisciplinary Journal of Applied Science, Tubarão, v. 16, n. 6, p. e2747, 2021. DOI: 10.4136/ambi-agua.2747.

CARVALHO, C. B.; MOTA, S.; SANTOS, A. S. P.; SANTOS, A. B. **Avaliação legal e prática da aplicação de águas residuárias tratadas no solo no contexto do reúso de água no Brasil.** Revista DAE, São Paulo, v. 71, n. 241, p. 153–172, 2023. DOI: 10.36659/dae.2023.045.

FEDOROVA, G.; GRABIC, R.; GRABICOVÁ, K.; TUREK, J.; NGUYEN, T. V.; RANDAK, T.; BROOKS, B. W.; ZLÁBEK, V. **Water reuse for aquaculture: comparative removal efficacy and aquatic hazard reduction of pharmaceuticals by a pond treatment system during a one-year study.** Journal of Hazardous Materials, v. 421, p. 126712, jan. 2022. DOI: 10.1016/j.jhazmat.2021.126712.

BRASIL, MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA (MPA). **Produção aquícola aumenta 6,2% no Brasil e gera R\$ 10,2 bilhões em 2023.** Brasília: MPA, 23 set. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/mpa/pt-br/assuntos/noticias/producao-aquicola-aumenta-16-no-brasil-e-gera-r-10-2-bilhoes-em-2023>. Acesso em: 23 out. 2025.

PIRATOBA, A. R. A.; RIBEIRO, H. M. C.; MORALES, G. P.; GONÇALVES, W. G. E. **Caracterização de parâmetros de qualidade da água na área portuária de Barcarena, PA, Brasil.** Revista Ambiente & Água, Taubaté, v. 12, n. 3, p. 435–456, 2017. DOI: 10.4136/ambi-agua.1910.

SILVÉRIO, K. S. **Eficiência do tratamento de precipitação química básica em efluentes agropecuários e urbanos.** Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente – Ramo de Tratamento de Água e Efluentes), Instituto Politécnico de Beja, Escola Superior Agrária, Beja, 2024. Disponível em:

<https://www.proquest.com/openview/06a380e24183544a67fb3b066b6b9acf/1.pdf?pq-origsite=gscholar&cbl=2026366&diss=y>.

Área: Interação barragem-ambiente

SIMULAÇÃO DE ROMPIMENTO DA BARRAGEM DE MARÉS ATRAVÉS DE UM SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG) E CLASSIFICAÇÃO QUANTO AO DANO POTENCIAL ASSOCIADO (DPA)

Ana Alice de Medeiros Roberto¹; Samara Pereira Teixeira², Bruno José de Macedo Silva³

¹Setor: Recursos Humanos, Órgão: Agência executiva de Águas do Estado da Paraíba, Endereço: Av. Duarte da Silveira, S/N Torre – João Pessoa
E-mail do autor correspondente: alice@aesa.pb.gov.br

RESUMO:

O estudo apresenta uma simulação hipotética do rompimento da barragem de Marés, localizada entre os municípios de João Pessoa e Bayeux, Paraíba, utilizando o Sistema de Informações Geográficas (SIG) como ferramenta de modelagem espacial. A metodologia envolveu a utilização do software ArcGIS para a elaboração das manchas de inundação e análise dos possíveis impactos ambientais e sociais decorrentes da ruptura. A modelagem gerou resultados visuais e quantitativos que indicam uma significativa área inundada e evidenciam a necessidade de monitoramento contínuo e planejamento preventivo. Os resultados obtidos permitiram a classificação da barragem quanto ao Dano Potencial Associado (DPA), categorizando-a como de alto risco.

Palavras-chave: Rompimento de barragem; SIG; Dano Potencial Associado; Inundação; Segurança de barragens.

INTRODUÇÃO

A construção de barragens tem importância significativa para a sociedade. Dentre as principais finalidades estão a produção de energia hidrelétrica, navegação, recreação, abastecimento de água para consumo direto, industrial ou irrigação de plantações. Além de trazer benefícios diretos para o bem-estar da população, esse tipo de obra se destaca também pelo impacto socioeconômico positivo, gerando emprego e renda nas regiões em que é implantada (CÉSAR, 2004). Segundo a Agência Nacional de Águas (ANA, 2017), nos corpos hídricos barrados há usos consuntivos, quando ocorre retirada da água para irrigação, usos industriais e abastecimento humano, e usos não consuntivos, como lazer, pesca e navegação, que aproveitam o curso da água sem consumi-la. Entretanto, as barragens também apresentam riscos significativos quando não são devidamente gerenciadas. Fontenelle (2007) aponta que os fatores de risco de rompimento estão relacionados a aspectos intrínsecos da estrutura, como suas dimensões, qualidade do projeto, condições de construção e operação, além das questões

ambientais. A má gestão e a ausência de monitoramento adequado podem acarretar falhas não percebidas e aumentar a probabilidade de rupturas.

A Política Nacional de Segurança de Barragens (2010) prevê classificações por Categoria de Risco (CRI), Dano Potencial Associado (DPA) e volume, podendo estas ser de alto, médio ou baixo risco, conforme os impactos potenciais sobre vidas humanas, meio ambiente e aspectos socioeconômicos (CNRH, Resolução 143/2012). Para evitar falhas, o Manual de Construção de Barragens (2002) recomenda inspeções de rotina, formais e emergenciais. O uso de tecnologias de sensoriamento remoto e de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) tem se tornado essencial no monitoramento e na simulação de cenários de ruptura (INPE, 2006).

O presente estudo justifica-se pela relevância de analisar a barragem de Marés, localizada entre João Pessoa e Bayeux, considerando o adensamento populacional a jusante e a ausência de estudos recentes. O objetivo é simular, de forma hipotética, o rompimento da barragem, gerar manchas de inundação ao longo de 7,31 km e classificar seu Dano Potencial Associado (DPA), contribuindo para a prevenção de acidentes e o fortalecimento das políticas de segurança de barragens no estado da Paraíba.

METODOLOGIA

A metodologia aplicada a este trabalho acadêmico foi realizada por um sistema de informação georreferenciada SIG, através do ArcGis, uma ferramenta com um conjunto de funcionalidades onde permite a criação de mapas, analisa os espaços, proporciona o imageamento e sensoriamento remoto de toda a área geográfica existente.

Aliado a essa ferramenta, foi usado como base o material adotado pela Agência Nacional de Águas (ANA) e pela Agência Executiva de Águas do Estado da Paraíba (AESÁ), neste material contém as informações do passo a passo para a geração de manchas para classificar as barragens quanto ao seu dano. Também foi feita uma pesquisa de dados em artigos e cartilhas que abordam assuntos de barramentos e seus impactos causados, seguindo as diretrizes da Política Nacional de Segurança de Barragens.

A simulação de rompimento foi feita através do Arcmap que é um dos aplicativos que compõe o ArcGis.

Os dados utilizados para realizar o procedimento foram: altura da barragem, volume do reservatório, cota do talvegue, cota do coroamento da barragem, coordenadas geográficas e imagens de satélites.

Os critérios utilizados para simular a área do rompimento foi que com o decorrer do tempo a população ao entorno do barramento foi crescendo, e isso seria um dos pontos para a discussão acerca das problemáticas a serem abordadas. O Dano Potencial Associado (DPA) foi utilizado para classificar o corpo hídrico quanto as suas características, e os critérios estabelecidos pelo Plano de Segurança de Barragem é que o dano pode ocorrer devido ao rompimento, vazamento, infiltração no solo ou mal funcionamento da mesma. Na Legislação afirma que a barragem vai ser classificada a partir do órgão fiscalizador, levando em consideração os critérios estabelecidos pelo Conselho Nacional de recursos Hídricos (CNRH). No capítulo IV da seção I ‘da classificação’ art. 7º parágrafo primeiro a classificação é feita por categoria de risco, baixo, médio ou alto, é feita em relação as características técnicas do estado de conservação e atendimento ao plano de segurança de barragem. Já no parágrafo segundo esclarece que o DPA é feito em função do potencial de perdas de vidas humanas, e impactos causados no meio econômico e social.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 apresenta a síntese dos resultados obtidos nas seções transversais, ilustrando o comportamento da onda de inundação ao longo do curso do rio. A partir desses dados, foi elaborado um gráfico de elevação longitudinal que mostra o perfil do leito e a variação da lâmina d’água ao longo do trecho estudado.

No gráfico, a linha laranja corresponde à cota do talvegue, indicando o ponto mais profundo do leito fluvial em cada seção transversal. Já a linha azul representa a cota máxima da onda de inundação, ou seja, a altitude atingida pela superfície livre da água no momento de maior propagação da onda. A diferença entre essas duas curvas revela a altura máxima da lâmina de inundação, parâmetro essencial para avaliar a energia hidráulica do escoamento e o potencial de impacto nas áreas a jusante.

Figura 1. Gráfico do comportamento do rio em relação a cota do talvegue

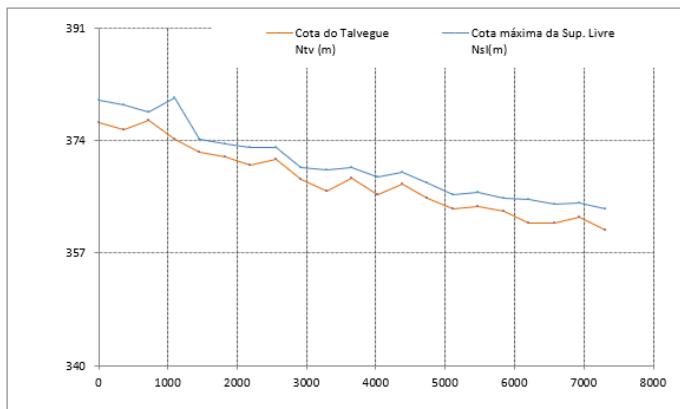


Figura 01: Gráfico do comportamental do rio. Fonte: Exel

A análise comparativa entre as duas curvas permite compreender a distribuição da energia da onda ao longo do percurso, identificando os trechos mais suscetíveis à elevação do nível d'água. Observou-se que, mesmo com a atenuação progressiva da vazão, a altura da onda manteve valores expressivos em diversas seções, evidenciando a influência direta da topografia e das características geomorfológicas do vale fluvial na propagação do fluxo. Essa etapa da análise é fundamental para subsidiar a classificação do Dano Potencial Associado (DPA) e orientar medidas preventivas em áreas vulneráveis à inundação, conforme ilustrado na Figura 2.

A Tabela 1 apresenta a síntese dos resultados obtidos para os perfis transversais de cálculo, correspondentes às vinte seções traçadas ao longo dos 7,3 km a jusante da barragem de Marés. Os parâmetros avaliados incluem a distância à barragem (m), vazão máxima (Q , m^3/s), altura de escoamento (h, m), cota do talvegue (Ntv, m), cota máxima da superfície livre (Nsl, m) e velocidade média do fluxo (U, m/s).

Observa-se que a vazão máxima diminui gradualmente de 1446 m^3/s na seção inicial (S0) para 1133 m^3/s na última seção (S20), evidenciando o efeito de atenuação hidráulica ao longo do curso do rio. Essa redução ocorre devido à dissipação de energia e à perda de volume em função da topografia e das irregularidades do terreno. De forma semelhante, a altura de escoamento apresenta variações entre 1,16 m e 6,22 m, refletindo o comportamento dinâmico da onda de cheia conforme a morfologia local.

Figura 2. Imagem a jusante da barragem de Marés



Imagen 01: Mancha de inundação da área, com a imagem do local afetado. Fonte: ArcMap

Tabela 1. Síntese de resultados para os perfis de cálculo

Perfil	Distância à Barragem (m)	Vazão máxima Q (m ³ /s)	Altura de Escoamento h (m)	Cota do Talvegue Ntv (m)	Cota máxima da Sup. Livre Nsl(m)	Velocidade média U (m/s)
S0	0	1446	3,33	376,73	380,06	1,5
S1	365	1421	3,64	375,71	379,34	1,5
S2	731	1404	1,16	377,10	378,27	1,0
S3	1096	1388	6,22	374,19	380,40	2,2
S4	1461	1371	2,03	372,19	374,22	1,3
S5	1826	1355	2,06	371,53	373,59	1,4
S6	2192	1339	2,54	370,36	372,90	1,5
S7	2557	1323	1,79	371,20	373,00	1,5
S8	2922	1307	1,82	368,20	370,02	1,3
S9	3287	1292	3,26	366,36	369,62	1,4
S10	3653	1276	1,54	368,36	369,90	1,3
S11	4018	1261	2,59	365,84	368,43	1,4
S12	4383	1246	1,82	367,38	369,21	1,4
S13	4748	1231	2,38	365,30	367,68	1,5
S14	5114	1217	2,13	363,62	365,75	1,3
S15	5479	1202	2,12	364,08	366,20	1,4
S16	5844	1188	2,00	363,32	365,33	1,4
S17	6209	1174	3,53	361,57	365,10	1,6
S18	6575	1160	2,90	361,46	364,35	1,7
S19	6940	1146	2,16	362,49	364,64	1,7
S20	7305	1133	3,22	360,55	363,77	1,2

A diferença entre a cota máxima da superfície livre e a cota do talvegue permite estimar a altura efetiva da lâmina d'água em cada trecho, parâmetro essencial para delimitar a extensão da mancha de inundação. Nota-se que as seções S3 e S17 apresentaram valores mais elevados de altura de escoamento e velocidade média, indicando pontos de maior concentração de energia hidráulica e, consequentemente, maior potencial de impacto erosivo e destrutivo.

CONCLUSÕES

Seguindo os critérios técnicos, juntamente com o estudo abordado neste trabalho, e as informações fornecidas pelo órgão responsável pela mesma, temos à seguinte conclusão sobre

seu dano potencial associado que é alto, sua categoria de risco alto e seu volume pequeno, pois o volume é inferior a 5 milhões de metros cúbicos.

Percebe-se que mesmo com as imprecisões do programa e algumas falhas detectadas, têm-se um certo risco que seria iminente com essa ruptura hipotética.

Perdas de vidas humanas, pois existem casas que se localizam próximo e seriam as primeiras a serem atingidas, os bairros que dependem dessa água para abastecimento seriam integralmente desabastecidos, as atividades econômicas locais seriam diretamente afetadas, como também não haveria hipótese de funcionamento de nenhum estabelecimento comercial, além disso, os danos ambientais que também é importante menciona-los como: a cobertura vegetal acarretando perda de fauna e flora.

Em comparativo com estudo de Martins da Silva (2019) usando o DPA como parâmetro para classificar a barragem pelo seu risco, tendo como a metodologia também adotada pela Agência Nacional de Águas (ANA), mas com a diferença que nesse estudo foi usado apenas o volume máximo armazenado no reservatório como sendo parâmetro único de avaliação. A mesma conclui que a partir desse método usado por ela não é tão adequado quando usada para barragens com capacidade acima de 1000 hm³, ainda sugere que para algumas etapas seria ideal a utilização de inspeções de campo, e imagens para realizar a classificação final do Dano Potencial Associado – DPA.

REFERÊNCIAS

Avaliações das alterações hidrológicas a jusante de barragens por meio de análise de sensibilidade à variação de variáveis de projeto,2014. Disponível em:<<https://repositorio.ufba.br/ri/bitstream/ri/16984/1/LIMA2014.pdf>> Acesso em: 08 de outubro de 2019

Agência Executiva de Águas do Estado da Paraíba – Aesa, Legislação. Disponível em:<<http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/documentos/legislacao/resolucao/>> Acesso em: 25 de Jumho de 2020

Alexandre Anderáos, Lígia M. N. Araujo, Carlos Motta – Classificação de Barragens quanto à categoria de risco e ao dano potencial associado – um exercício, disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/noticias/20131119_PAP012965_04.pdf> Acesso em 05 de 2019

BRASIL, Relatório anual de segurança de barragens, disponível em: <http://www.snisb.gov.br/portal/snisp/relatorio-anual-de-seguranca-de-barragem/2017/rsb-2017-versao-enviada-ao-cnrh.pdf>> Acesso em: 06 de dezembro de 2019

BRASIL, Política nacional de segurança de barragens, 2010. Disponível em:http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12334.htm>Acesso em: 06 de dezembro de 2019

Bruno, Os sistemas de abastecimento d'água da grande João Pessoa e a espacialização das áreas abastecidas, 2016. Disponível em:< <http://ct.ufpb.br/ccec/contents/documentos/tccs/2015.2/os->

sistemas-de-abastecimento-d2019agua-da-grande-joao-pessoa-e-a-espacializacao-das-areas-abastecidas.pdf> acesso em: 25 de Junho de 2020

Câmara, Ortiz, Sistemas de Informação Geográfica para aplicações ambientais e cadastrais: uma visão geral, Disponível em:<<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/papers/analise.pdf>>Acesso em: 09 de Junho de 2020

Câmara, Casanova, Hemerly, Anatomia de Sistemas de Informações Geográficas. Disponível em:<<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/anatomia.pdf>>Acesso em: 09 de Junho de 2020
Gestão de recursos hídricos no estado da paraíba. Disponível em:<<http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/documentos/gestao-das-aguas/>>. Acesso em: 06 de dezembro de 2019.

Instituto da engenharia, manual de monitoramento e segurança de barragens. Disponível em:<<https://www.institutodeengenharia.org.br/site/wp-content/uploads/2019/03/3-Monitoramento-e-Seguran%C3%A7a-de-Barragens-IE-2019.pdf>> Acesso em: 21 de novembro de 2019

INPE, Tutorial de Geoprocessamento, 2006. Disponível em<http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/tutorial/introducao_geo.html>Acesso em: 09 de Junho de 2020

Manual de relatório de segurança de barragens, 2017. Disponível em:<<http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/documentos/relatorios/seguranca-de-barragens/>> Acesso em: 06 de dezembro de 2019.

Mapeamento de áreas inundáveis associados à ruptura de barragens-estudo de caso barragem ninha d'água MG, 2004. Disponível em: <<http://www.smarh.eng.ufmg.br/defesas/90M.PDF>> Acesso em 08 de outubro de 2019

Martins da Silva, Avaliação de Rompimento de Barragens na Bacia do Rio Doce: cálculo de uma extensão atingida e impactos produzidos, 2019. Disponível em:<http://www.dcta.cefetmg.br/wp-content/uploads/sites/21/2019/07/TCC_II_-Brenda_Martins_.pdf>Acesso em: 25 de Junho de 2020

Polyanna Silva, Carlos Mello, Antonio Silva, Gilberto Coelho, Modelagem da hidrógrafa de cheia em uma bacia hidrográfica do Alto Rio Grande, 2008. Acesso em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662008000300006>Acesso em: 21 de novembro de 2019.

Petry, André, Laus, - Classificação de baragens quanto ao dano potencial associado: a experiência da agência nacional de águas 2018. Disponível em: <<http://www.snisb.gov.br/portal/snisb/downloads/outros/artigo-para-o-dam-world-2018/classificacao-de-barragens-quanto-ao-seu-dano-potencial-associado-2018.docx>> Acesso em: 04 de dezembro de 2019.

Política Nacional de Segurança de Barragens, 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12334.htm>Acesso em: 25 de Junho de 2020

Resolução, Classificação de Barragens por categoria de risco, 2010. Disponível em<https://sistemas.anm.gov.br/publicacao/mostra_imagem.asp?IDBancoArquivoArquivo=7231>Acesso em: 25 de Junho de 2020

Virgínia Cleire, Alternativas de soluções para os impactos físicos de barragens, 2004. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/tde-08082005-142356/publico/Final.pdf>>Acesso em: 21 de novembro de 2025.

Área: Restauração de Ecossistemas em Áreas de Interesse Hídrico

SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA PARA A RECUPERAÇÃO DE ECOSISTEMAS HÍDRICOS: UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA

Maria Mirella de Souza Gonçalves¹; Lucas Gomes Soares²

¹Graduanda em Engenharia Ambiental, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, Campus I Lot. Cidade Universitária, PB, 58051-900. E-mail: maria.mirella@academico.ufpb.br

²Engenheiro Ambiental, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, Campus I Lot. Cidade Universitária, PB, 58051-900. E-mail: lucas.gomes@academico.ufpb.br

RESUMO: O presente trabalho apresenta uma análise bibliométrica da produção científica sobre Soluções Baseadas na Natureza (SbN) relacionadas à recuperação de ecossistemas e gestão hídrica. Foram considerados trabalhos indexados nas bases *Scopus* e *Web of Science* entre 2019 e 2024 para o tratamento dos dados no pacote Bibliometrix, permitindo a avaliação da evolução temporal, periódicos e países mais produtivos, assim como a rede de coocorrência de palavras-chave. Observou-se crescimento das publicações a partir de 2019, com pico em 2021 e nova elevação em 2024, com destaque para periódicos sobre recursos hídricos e ecologia em que países europeus lideram a produção. A rede de coocorrência revelou *clusters* temáticos centrados em conceitos (SbN, serviços ecossistêmicos, restauração), aplicações práticas (wetlands construídos, águas residuais) e governança (políticas, economia circular). Percebe-se a interdisciplinaridade da temática e lacunas relacionadas a quantidade de publicações brasileiras.

Palavras-chave: Análise bibliométrica, Soluções baseadas na natureza, Recuperação de ecossistemas.

INTRODUÇÃO

Os ecossistemas, de forma geral, vêm presenciando alterações em seus ciclos naturais em decorrência da degradação causada por fatores como a urbanização, comprometendo a qualidade de vida e o desenvolvimento socioeconômico. Nesse contexto, a gestão eficiente e sustentável das bacias hidrográficas é um aspecto de interesse uma vez que a água é o recurso mais valioso e vital na sociedade, indústria e recursos naturais (NIKA *et al*, 2020).

Desse modo, a recuperação e mitigação de impactos são ferramentas para promover a resiliência e os usos múltiplos dos serviços ecossistêmicos e que podem ser potencializadas com o uso das Soluções baseadas na Natureza (SbN), definidas pela União Internacional para Conservação da Natureza (IUCN) como “ações para proteger, gerir de forma sustentável e recuperar ecossistemas naturais ou modificados para beneficiar as pessoas e a natureza simultaneamente”. As SbN simulam processos naturais em técnicas como “Jardins de chuva”, “wetlands construídos”, “Telhados Verdes” etc, para auxiliar no tratamento de águas

residuárias, recarga de águas subterrâneas, controle de inundações e erosão e entre outros serviços ecossistêmicos (MANCUSO *et al*, 2021).

Entretanto, ainda existem poucos estudos que relacionem a evolução da produção científica sobre as SbN e a recuperação de ecossistemas, de modo que a análise bibliométrica surge como uma ferramenta para avaliar quantitativamente o fluxo do conhecimento contido nas publicações científicas, permitindo visualizar tendências e lacunas (STEFANUTO *et al*, 2022).

Assim, o presente trabalho objetiva realizar uma análise bibliométrica para verificar a produção científica acerca das SbN relacionadas à restauração de ecossistemas e gestão hídrica, com destaque para a evolução do campo de pesquisa e principais tendências.

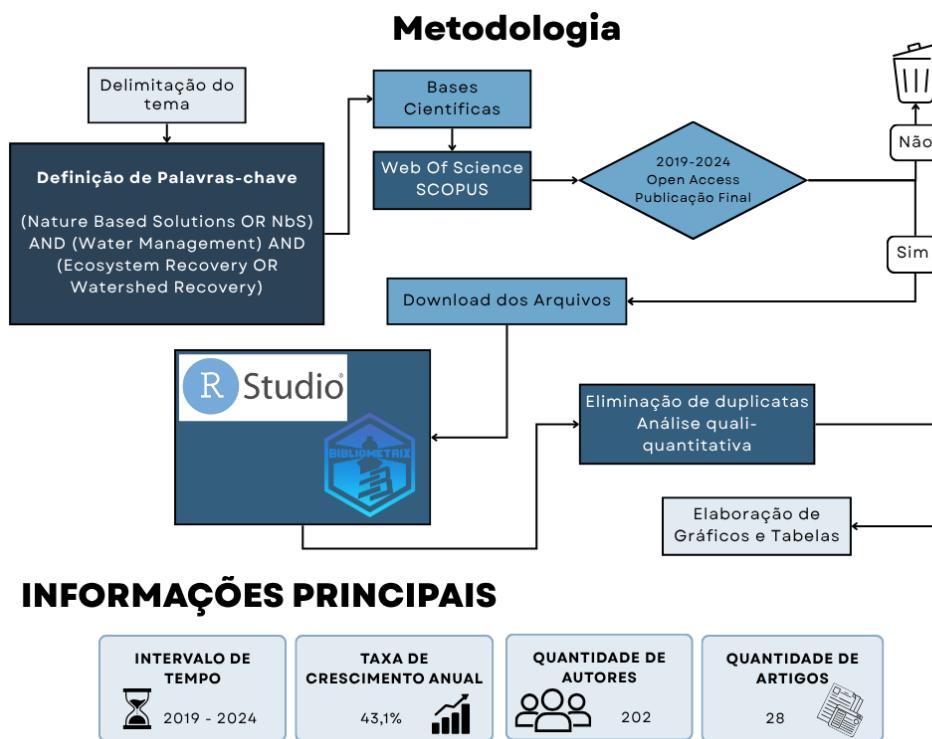
METODOLOGIA

O levantamento bibliográfico foi realizado nas bases *SCOPUS* e *Web of Science*, em que foram utilizados os seguintes termos de pesquisa: (*Nature Based Solutions OR NbS*) AND (*Water Management*) AND (*Ecosystem Recovery OR Watershed Recovery*). Foram empregados operadores *booleanos* e termos em inglês para garantir maior abrangência e refinar os resultados, além de que a busca pelos termos envolveu título, palavras-chave e resumo das publicações.

Como critério de exclusão foram selecionados os trabalhos publicados entre 2019 e 2024 em estágio final de publicação e com acesso livre, para garantir que a pesquisa esteja atualizada e que seja possível ter o livre acesso ao conteúdo dos trabalhos. Após a exportação dos resultados das bases científicas, os dados foram tratados no *software RStudio* por meio do pacote *Bibliometrix* (Aria e Cuccurullo, 2017). Posteriormente, foram elaborados gráficos e tabelas com as informações extraídas. A Figura 1 apresenta um fluxograma da metodologia empregada.

Desse modo, após a remoção de duplicatas, a pesquisa extraiu 28 publicações com um total de 202 autores, com uma taxa de crescimento de 43,1% ao ano. O tamanho reduzido da amostra torna necessário explicitar que os resultados obtidos não devem ser generalizados, de forma que se referem apenas ao conteúdo da presente análise.

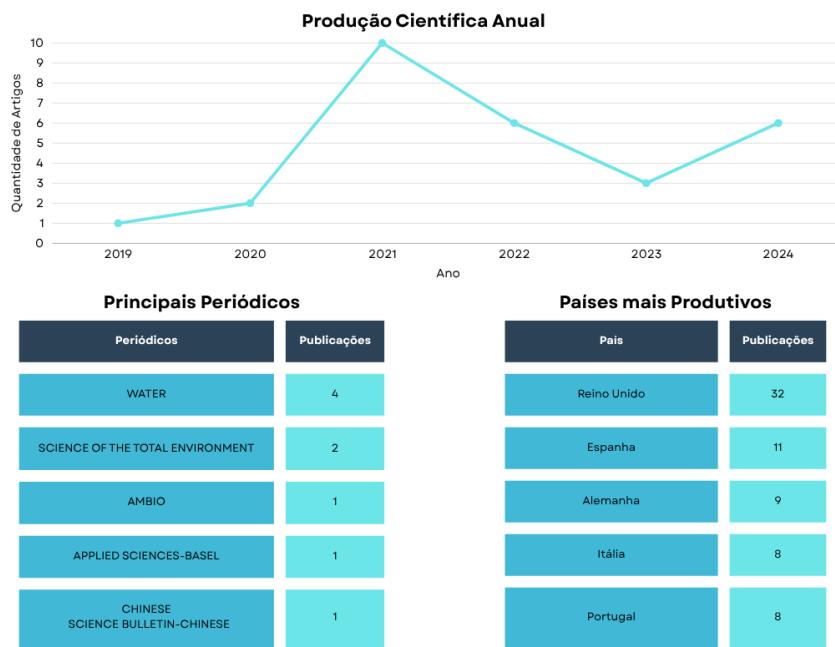
Figura 1. Fluxograma da metodologia e informações principais



RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se que, na amostra obtida, houve um aumento das publicações envolvendo SbN e a recuperação de ecossistemas a partir de 2019, com um pico de 10 publicações em 2021 e uma posterior redução no número de produções anuais em 2022 e 2023. Nota-se ainda que a quantidade de publicações sofreu um aumento novamente em 2024. A Figura 2 mostra um resumo dos resultados obtidos a partir da análise bibliométrica.

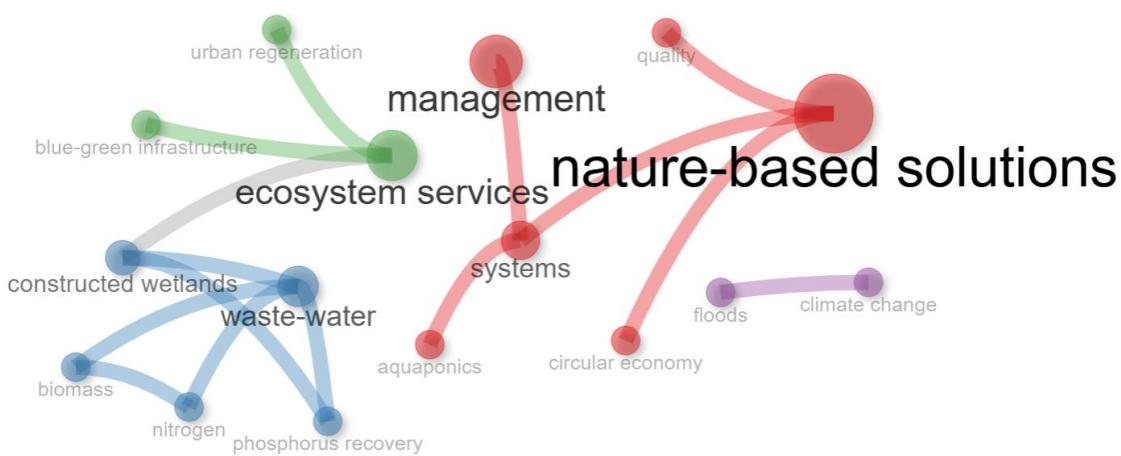
Figura 2. Produção científica anual, principais periódicos e países mais produtivos.



Observa-se que as revistas mais relevantes na indexação de trabalhos com a temática estão relacionadas a recursos hídricos e ecologia, com a Revista Water liderando o número de publicações. Além disso, o Reino Unido destacou-se como o país com a maior produção (32), seguido de Espanha (11), Alemanha (9), Itália (8) e Portugal (8), demonstrando assim, um predomínio de países europeus em relação aos estudos sobre SbN e recuperação de ecossistemas. Observa-se também que o Brasil não apareceu na amostra estudada.

A Figura 3 mostra rede de coocorrência de palavras-chave da base de dados analisada, permitindo identificar como os termos se relacionam entre si e suas conexões conceituais. Assim, nota-se a prevalência do termo “SbN” no *cluster* vermelho e sua forte conexão com “Gestão”, “Sistemas”, “Economia Circular”, “Aquaponia” e “Qualidade”, o que sugere pesquisas com foco no planejamento e implementação de SbN. Além disso, observa-se uma interrelação entre os *clusters* verde (“Serviços Ecossistêmicos”, “regeneração urbana” e “infraestruturas azul-verde) e azul (“águas residuais”, “jardins filtrantes”, “biomassa”, “nitrogênio” e “recuperação de fósforo”), evidenciando a relação do uso de princípios de ecológicos para aumentar a resiliência de ambientes urbanos em aplicações práticas. O *cluster* roxo aparece em menor evidência, porém, demonstra a presença de pesquisas focadas na mitigação de efeitos das mudanças climáticas, como inundações, o que também infere a relação de SbN na gestão de eventos extremos.

Figura 3. Co-ocorrência de palavras-chave da base de dados analisada.



CONCLUSÕES

Na amostra analisada observou-se um aumento de publicações entre 2019 e 2024, sugerindo um crescente interesse da comunidade científica em integrar as SbN à recuperação e à gestão de ecossistemas e bacias hidrográficas. A rede de coocorrência de palavras-chave revelou a interdisciplinaridade e o potencial do campo de pesquisa na ecologia, engenharia e governança. Apesar das lacunas e do tamanho reduzido da amostra obtida, o campo de pesquisa demonstra potencial de expansão, uma vez que pesquisas envolvendo as SbN e a recuperação de ecossistemas hídricos ainda não foram amplamente exploradas, especialmente no contexto brasileiro.

REFERÊNCIAS

- ARIA, M.; CUCCURULLO, C. Bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. **Journal of Informetrics** (Elsevier). Amsterdam, v. 11, n. 4, p. 959-975, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>. Acesso em: 12 out. 2025.
- IUCN - International Union for Conservation of Nature. **Nature-based Solutions**. Disponível em: <https://iucn.org/our-work/nature-based-solutions#> Acesso em: 16 out. 2025.
- MANCUSO, G.; BENCRESCIUTO, G.F.; LAVRNIC, S.; TOSCANO, A. Diffuse Water Pollution from Agriculture: A Review of Nature-Based Solutions for Nitrogen Removal and Recovery. **Water**, 2021, v.13, 1893. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/w13141893> Acesso em: 16 out. 2025.
- NIKA, C. E; GUSMAROLI, L; GHAFOURIAN, M; ATANASOVA, N; BUTTIGLIERI, G; KATSOU, E. Nature-based solutions as enablers of circularity in water systems: A review on assessment methodologies, tools and indicators. **Water Research**, 2020, v.183, 115988, ISSN 0043-1354. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2020.115988>. Acesso em: 16 out. 2025
- STEFANUTO, V. A; OLIVEIRA, S. M. P; MOREIRA, J. F; AGUIAR, A. S; FARIA, E. Análise bibliométrica como ferramenta metodológica. **Editora Nova Paideia**, 2022. Disponível em: <https://ojs.novapaideia.org/index.php/editoranovapaideia/article/view/250>. Acesso em: 16 out. 2025.

Área: Educação Ambiental e Conscientização pública

UTILIZAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS ENTRE PRODUTORES RURAIS DE PILÕES-RN

Ruth Cristina da Silva¹; Mikael da Silva Oliveira¹; Crisna Bento de Paiva¹; Eddy Alzira Batista oliveira Nunes¹, Rafael Camilo de Moraes¹; Elaine Gonçalves Rech²

¹Aluno do departamento de Agrárias e Exatas, UEPB, Catolé do Rocha, E-mail ruth.cristina@aluno.uepb.edu.br

²Professor do departamento de Agrárias e Exatas, UEPB, Catolé do Rocha, E-mail elainerech@servidor.uepb.edu.br

E-mail do autor correspondente: ruth.cristina@aluno.uepb.edu.br

RESUMO:

A agricultura familiar e a pecuária constituem as principais atividades econômicas no Nordeste, onde dependem diretamente do período chuvoso. Durante a estiagem, torna-se indispensável a irrigação, pois a água é essencial para o desenvolvimento agrícola e pecuário. Nesse sentido, objetivou-se verificar as principais atividades agrícolas desenvolvidas por produtores da comunidade de Duas Passagens, município de Pilões, no Estado do Rio Grande do Norte, bem como identificar as formas de utilização da água para o desenvolvimento destas atividades. Coletou-se os dados por meio de uma conversa inicial com 10 produtores, explicando os métodos e objetivos da pesquisa, seguida de entrevistas de três perguntas de múltipla escolha e visitas a duas propriedades participantes. Quando perguntados quais as atividades desenvolvidas pelos entrevistados, observou-se que 60% dos produtores trabalham com pecuária, 20% com agricultura “tradicional” de arroz e feijão e 10% com a subárea de horticultura, quando se questionou sobre as dificuldades 60% dos entrevistados afirmaram que a maior dificuldade é o acesso a água, e por fim relataram que a situação do açude que abastece a comunidade é preocupante por estar com o nível de água baixo. Ficou evidente que as atividades desses produtores estão estreitamente ligadas a utilização de água.

Palavras-chave: Agricultores; Água; Sistemas de Irrigação.

INTRODUÇÃO

A agricultura familiar e a pecuária são vistas como as atividades mais importantes entre os produtores rurais. Essas atividades estão interligadas ao homem do campo, mais estreitamente na região nordeste do Brasil, uma vez que estes produzem alimento com a mão de obra dos integrantes da sua família. A categoria agricultura familiar começou a ganhar legitimidade social e política no Brasil a partir da primeira metade dos anos 1990, substituindo expressões como pequenos produtores ou agricultores de subsistência (AQUINO, ALVES e VIDAL, 2020).

No Nordeste as atividades agrícolas estão estreitamente ligadas ao período chuvoso, entretanto alguns produtores partem desse pressuposto e continuam suas produções ao longo do ano, sendo necessário a implementação de sistemas de irrigação em suas propriedades para

que haja o fornecimento de água a sua plantação em períodos mais secos. O cultivo de lavouras alimentares de sequeiro é generalizado no Nordeste, sobretudo na região semiárida. Essas culturas desenvolvem-se exclusivamente através da ocorrência de chuvas e são em sua grande maioria praticadas nas unidades agrícolas familiares (UAF) (LESSA ET AL., 2024).

Por sua vez a água é um recurso indispensável para essas atividades, uma vez que é necessário o consumo pelo homem, animal ou planta. Entretanto este recurso tem se tornado cada vez mais escassos, devido as ações antrópicas como o desmatamento e poluição de mananciais hídricos. Um dos maiores problemas para se obter água para consumo humano é a contaminação química e biológica, pois traz consequências devastadoras (TAVARES e ARAÚJO, 2020).

Nesse sentido o objetivo desse trabalho foi identificar as principais atividades agrícolas, bem como identificar as formas de utilização da água para o desenvolvimento destas atividades e as principais dificuldades enfrentadas no meio rural pelos produtores da comunidade de Duas Passagens, localizada no município de Pilões, Estado do Rio grande do Norte.

METODOLOGIA

O trabalho foi desenvolvido durante o período de agosto a setembro de 2025, com produtores rurais da comunidade de Duas Passagens, município de Pilões, região Oeste do Estado do Rio Grande do Norte. Para a coleta de dados realizou-se uma conversa prévia com uma amostra de 10 produtores rurais, explicando-se os métodos utilizados e os objetivos da pesquisa, bem como convidando-os a participarem da entrevista, para aqueles que aceitaram participar, em seguida procedeu-se a entrevista estruturada contendo três questões, conforme apresentadas a seguir: 1. Principal atividade no meio rural? 2. Utiliza sistema de irrigação, qual? 3. Principais dificuldades enfrentadas?

Logo após a realização da entrevista, os pesquisadores fizeram uma visita *in loco* em duas propriedades dos senhores José Milton e Raimundo Sobrinho participantes da pesquisa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

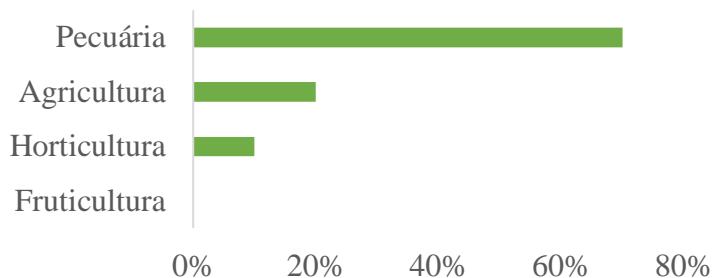
Os dados obtidos nas entrevistas com os produtores rurais da comunidade de Duas Passagens, município de Pilões, região Oeste do Estado do Rio Grande do Norte são apresentados a seguir.

Quando perguntados sobre as principais atividades desenvolvidas por eles em suas propriedades (Figura 1) observou-se que 60% dos produtores trabalham com pecuária, 20% com agricultura e 10% dos produtores entrevistados desenvolvem trabalho de horticultura. Vale

destacar que todas essas atividades demandam a utilização de água, seja na irrigação de suas culturas ou para o fornecimento aos animais. Hoje o trabalhador rural não vive restringido as fontes de renda apenas do campo, as atividades ligadas ao lazer, turismo rural, beneficiamento de produtos, além de prestação de serviços são algumas atividades em destaque no meio rural contemporâneo (CONCEIÇÃO, 2020).

Figura 1. Principais atividades dos produtores rurais da comunidade de Duas Passagens, município de Pilões, região Oeste do Estado do Rio Grande do Norte, 2025.

Principal atividade no meio rural

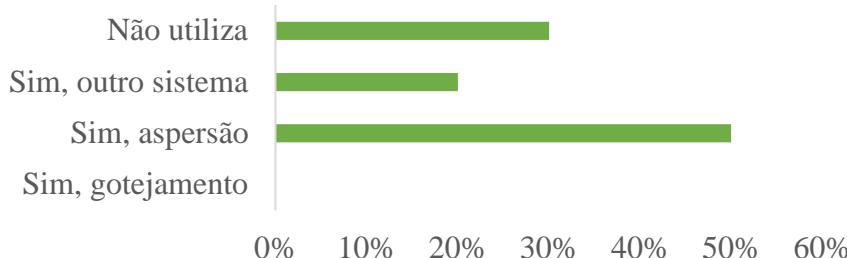


Fonte: Autoria própria, 2025.

Na pergunta seguinte foi questionado se estes produtores utilizam algum sistema de irrigação, ou realizam a agricultura de sequeiro (Figura 2), do total dos entrevistados 50% dos relataram que utilizam o sistema de irrigação por aspersão, 20% afirmaram utilizar outro sistema de irrigação. Entretanto 30% responderam que não utilizam sistemas de irrigação, comentando que só trabalhavam na agricultura do período chuvoso. A irrigação por aspersão convencional é essencial na agricultura, por vários motivos, dentre eles, a eficiência no uso da água, que visa minimizar os desperdícios, que é de grande importância para áreas com escassez hídrica (NETO ET AL., 2024).

Figura 2. Principais sistemas de irrigação utilizado pelos produtores rurais da comunidade de Duas Passagens, município de Pilões, região Oeste do Estado do Rio Grande do Norte, 2025.

Utiliza sistema de irrigação, qual?

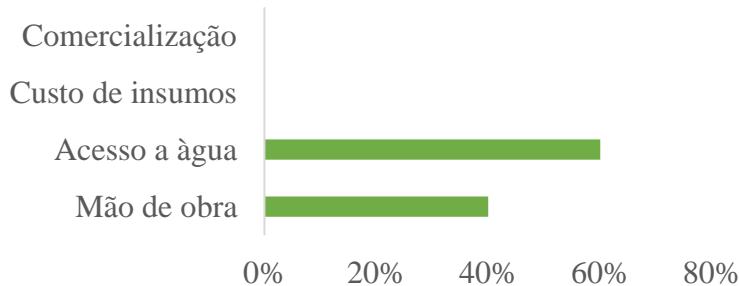


Fonte: Autoria própria, 2025.

Quando os produtores foram questionados sobre as principais dificuldades que eles enfrentam para realização da produção, seja agrícola ou pecuária, (Figura 3), os dados apresentaram questões relevantes. 60% dos entrevistados afirmaram que a maior dificuldade enfrentada por eles é o acesso a água, o recurso mais necessário à sua produção. Entretanto 40% informou que a mão de obra é um dos principais desafios enfrentados, limitando a capacidade produtiva destes produtores. Um problema comumente apontado na literatura sobre esse território trata das suas condições ambientais para a produção e desenvolvimento, com destaque para a água (SILVA e OLIVEIRA, 2020).

Figura 3. Principais dificuldades enfrentadas pelos produtores rurais da comunidade de Duas Passagens, município de Pilões, região Oeste do Estado do Rio Grande do Norte, 2025

Principais dificuldades enfrentadas



Fonte: Autoria própria, 2025.

No último momento das visitas as propriedades, em conversas com os produtores notou-se, diante das suas falas, que todas as atividades daquela comunidade necessitam de água, que no ano de 2025 eles estavam preocupados com a situação da seca, uma vez que o açude

que abastece a região encontra-se com o nível muito baixa, e que isso é alarmante, sendo que assim suas produções estariam comprometidas. Fica evidente que os produtores necessitam da utilização da água em suas atividades no meio rural, e que este é um recurso indispensável para eles.

CONCLUSÕES

Em relação as atividades desenvolvidas observaram-se que a maioria dos produtores rurais, entrevistados, da comunidade de Duas Passagens, em Pilões- RN trabalham com atividades que envolvem a criação de gado. Entretanto outra parte dos entrevistados trabalham na produção agrícola (de sequeiro ou não). Ficou evidente que as atividades desses produtores estão estreitamente ligadas a utilização de água.

REFERÊNCIAS

- AQUINO, J. R; ALVES, M. O.; VIDAL, M. F. Agricultura familiar no Nordeste: um breve panorama dos seus ativos produtivos e da sua importância regional. 2020.
- CONCEIÇÃO, F. C. Multifuncionalidade e Pluriatividade Rural: uma revisão bibliográfica. **Revista Tocantinense de Geografia**, v. 9, n. 18, p. 103-112, 2020.
- LESSA, L. C. R. et al. Estabilidade da agricultura alimentar de sequeiro da Paraíba frente às instabilidades pluviométricas. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 62, n. 3, p. e274633, 2024.
- NETO, J. M. M. et al. Coeficientes de uniformidade na irrigação por aspersão convencional em área de pastagem cultivada. **IRRIGA**, v. 29, p. 162-168, 2024.
- SILVA, J. I. A. O.; OLIVEIRA, J. B. S. A. O “velho” e o “novo” no projeto de desenvolvimento para o semiárido brasileiro: o acesso à água como promessa para um “novo” rural. **Revista Mineira de Recursos Hídricos**, v. 1, n. 2, 2020.
- TAVARES, J. M.; ARAÚJO, W. J. S. Consumo e Escassez de Água Potável em Salvador-Bahia. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 9, p. 70909-70925, 2020.

SITE

www.aesa.pb.gov.br

INSTAGRAM

@aesagovpb

TELEFONE

(83) 3225-5508

ENDEREÇO

RUA DUARTE DA SILVEIRA,
S/N. ANEXO - DER-PB