



II SIMPÓSIO PARAIBANO DE RECURSOS HÍDRICOS



A ÁGUA NOS UNE, O CLIMA NOS MOVE

Organização:
Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba
AESA

**ANAIS
2024**

Copyright© 2024

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
Esther Maria Barros de Albuquerque

DIAGRAMAÇÃO
Esther Maria Barros de Albuquerque

Dados internacionais de catalogação na publicação (CIP)

A265a Agência Executiva de Gestão das Águas da Paraíba. Anais do I Simpósio Paraibano de Recursos Hídricos [Recurso eletrônico]. João Pessoa – Paraíba, 2024.
270 f. : il. color.

Formato e-book

Anual

ISSN

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

CDU 502

[2024]

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.

II SIMPÓSIO PARAIBANO DE RECURSOS HÍDRICOS

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.

II SIMPÓSIO PARAIBANO DE RECURSOS HÍDRICOS

GESTÃO E ORGANIZAÇÃO

Organização

WALDEMIR FERNANDES AZEVEDO
KATIA REGINA DE MEDEIROS SALES
ESTHER MARIA BARROS DE ALBUQUERQUE
MARIA CÉLIA DA NÓBREGA

Supervisão Editorial

ALEXANDRE MAGNO TEODOSIO DE MEDEIROS
CARMEM TEREZINHA BECKER
CELENE CAVALCANTI DE CARVALHO
JANA YRES B. DE SOUSA

LINDENBERG LUCENA DA SILVA
LOVANIA MARIA WERLANG
MARIA MARLE BANDEIRA
WELLINGTON ANTÔNIO BARBOSA

Colaboradores

AILTON MENDES DE SOUSA
BRUNO JOSÉ DE MACEDO SILVA LEITE
CRISTIELE ARCANJO DA SILVA
DIEGO MAGNO TAVARES DA SILVA
ELZA SANTOS BRITO
ERIK ANDERSON DE OLIVEIRA
FRANCISCO JOSÉ DE BRITO SOUSA

JOSÉ ZACARIAS BECKER PEREIRA
MARACI DE SOUSA VIRGOLINO
MARIA DAS NEVES SILVA
MICHAEL LOPES DA SILVA
NICOLLY GOMES AZEVEDO
PHAMELLA KAROLINE DE M. BONATES
PEDRO HENRIQUE GUEDES DE FIGUEIRÊDO

Revisão

OS AUTORES

SUMÁRIO

A PERCEPÇÃO DE PESCADORES ARTESANAIS PODE CONTRIBUIR PARA A CONSERVAÇÃO DE GOLFINHOS E SEUS ECOSSISTEMAS?	8
A SECA DE 2012 A 2017 NO ESTADO DA PARAÍBA.....	13
ANÁLISE DE OUTORGAS SUPERFICIAIS NO TRECHO DA BACIA HIDROGRÁFICA PIRANHAS-AÇU NO RIO GRANDE DO NORTE	18
ANÁLISE TEMPORAL E ESPACIAL DAS SECAS NA BACIA DO VAZ A BARRIS EM SERGIPE EM SERGIPE	23
AS CONTRIBUIÇÕES DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA CONSCIENTIZAÇÃO SOBRE A UTILIZAÇÃO DA ÁGUA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA	28
ASSOCIAÇÃO ENTRE SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS PERCEBIDOS PELA COMUNIDADE E OBJETIVOS DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL EM RESERVATÓRIOS	35
AVALIAÇÃO DA QUALIDADE D'ÁGUA DOS CORPOS HÍDRICOS EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO URBANAS: O CASO DO PARQUE ESTADUAL DAS TRILHAS	40
AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE ÁGUA NA BACIA DO RIO CARIMÃ NO IFPE-CAMPUS BARREIROS	45
AVALIAÇÃO DE PROCESSO DO ACIONAMENTO DAS AÇÕES DE RESPOSTA EM LAGOA DE PEDRAS/RN	50
AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE IMPORTÂNCIA DE BENS E SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS NA PAISAGEM SEMIÁRIDA DE RESERVATÓRIOS	55
AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA TRATADA DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO E ÁGUA MINERAL COMERCIALIZADAS.....	60
AVALIAÇÃO QUALI-QUANTITATIVA DOS DADOS DE BALNEABILIDADE DAS PRAIAS DE JOÃO PESSOA-PB ENTRE 2020 E 2022.....	65
CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL DA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO RESERVATÓRIO DE UMARI/RN	70
<i>Corbicula largillierti</i> (Philippi, 1844) NOS CAMINHOS DA PARAÍBA: OCORRÊNCIA E EXPANSÃO DO MOLUSCO ASIÁTICO NO ESTADO	75
CRIAÇÃO DA METODOLOGIA PAGAMENTOS POR SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS NO ÂMBITO DE CRÉDITO DE CARBONO INTEGRAL: BIO-SÓCIO-HIDRO-ENERGÉTICO DA CAATINGA E DO RIO SÃO FRANCISCO	80
DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS	85
DIATOMÁCEAS POTENCIALMENTE PRODUTORAS DE TOXINAS? PERSPECTIVAS SOBRE SUA PRESENÇA E CONSEQUÊNCIAS PARA QUALIDADE DA ÁGUA.....	90
ECOLOGIA E SAÚDE DOS ECOSSISTEMAS AQUÁTICOS NA PARAÍBA: UMA INVESTIGAÇÃO SOBRE ALGAS E CIANOBACTÉRIAS.....	95
EDUCAÇÃO AMBIENTAL E CONSCIENTIZAÇÃO SOBRE O USO RESPONSÁVEL DA ÁGUA: AVALIAÇÃO DE INICIATIVAS E IMPACTOS EM UMA EMPRESA DE CALÇADOS	100
EFEITO DA TRANSPOSIÇÃO NAS MÉTRICAS TAXONÔMICAS DA	105
COMUNIDADE DE MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS EM RESERVATÓRIOS DO SEMIÁRIDO	105
EFICIÊNCIA DA TÉCNICA “FLOC E SINK” NA REMOÇÃO DE FÓSFORO EM ÁGUAS DE RESERVATÓRIO EUTROFIZADO	110

GESTÃO INTEGRADA DE ÁGUAS COSTEIRAS: O RIO CUIÁ E A PRAIA DO ARRAIAL EM JOÃO PESSOA-PB	116
IMPLEMENTAÇÃO DA SÉRIE NITROGENADA NO MONITORAMENTO QUALITATIVO DA BARRAGEM ARMANDO RIBEIRO GONÇALVES	121
JOGOS LÚDICOS COMO FERRAMENTAS DE CONSCIENTIZAÇÃO AMBIENTAL: UM ESTUDO DE CASO EM ESCOLAS PARAIBANAS.....	126
MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO ESTUÁRIO DO RIO PARAÍBA PELO PROJETO OBSERVANDO RIOS - SOSMA.....	131
NOVA MÉTRICA UTILIZANDO ROTÍFEROS COMO INDICADORES DA QUALIDADE DE ÁGUA EM RESERVATÓRIOS	136
O DESAFIO DA UNIVERSALIZAÇÃO DO ACESSO AOS SERVIÇOS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO NA ZONA RURAL	141
O SISTEMA INTEGRADO DE PLANEJAMENTO E GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS (SIGERH) NO ESTADO DA PARAÍBA.....	146
OS IMPACTOS CAUSADOS À SAÚDE PELA CONTAMINAÇÃO DA ÁGUA NO MEIO AMBIENTE.....	151
OTIMIZAÇÃO OPERACIONAL DE MÚLTIPLOS MANANCIAIS EM FUNÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE METAIS	156
PERCEPÇÃO AMBIENTAL DOS USUÁRIOS DA BARRAGEM DE PEDRA DO MUNICÍPIO DE ÁGUA NOVA/RN	162
PERCEPÇÃO AMBIENTAL DOS USUÁRIOS DO AÇUDE DO NAFUÊ NO MUNICÍPIO DE ÁGUA NOVA/RN	167
PERCEPÇÕES DA POPULAÇÃO RURAL E URBANA SOBRE BENS E SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS EM PAISAGEM DE RESERVATÓRIO	172
PERFIL DE CONSUMO – RECORTE DO ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM UM TERRITÓRIO NA BACIA HIDROGRÁFICA DOS RIOS NO ENTORNO DO LADO DE SOBRADINHO	177
PRODUÇÃO DE ÁGUA NO MUNICÍPIO DE GARARU: INSERÇÃO DE TECNOLOGIAS SOCIAIS NA RECUPERAÇÃO E PRESERVAÇÃO DAS NASCENTES	182
PROJETO HIDROSINERGIA: POLÍTICAS PÚBLICAS INTERCONECTADAS PARA IMPULSIONAR UMA ECONOMIA INCLUSIVA E REGENERATIVA NA CAATINGA E BACIA DO SÃO FRANCISCO.....	187
PROTAGONIZANDO A GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS NA PARAÍBA: UMA QUESTÃO INTEGRADA E PARTICIPATIVA	192
REGIONALIZAÇÃO DE PREVISÕES CLIMÁTICAS MENSIS EM APOIO AOS ÓRGÃOS DE METEOROLOGIA DO NORDESTE BRASILEIRO.....	199
RELATO DO PROGRAMA “ DESO VAI À ESCOLA” A PARTIR DA ANÁLISE SWOT	205
RESERVA AMBIENTAL NA PALMA DA MÃO: APLICATIVO MÓVEL COMO ESTRATÉGIA DE CONSCIENTIZAÇÃO AMBIENTAL	210
RESPOSTA DA RIQUEZA E ABUNDÂNCIA DE MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS AO ESTADO TRÓFICO DE RESERVATÓRIOS NO SEMIÁRIDO	210
RESPOSTAS FISIOLÓGICAS DE CEPAS <i>Raphidiopsis raciborskii</i> A DIFERENTES NÍVEIS DE NITROGÊNIO	215
REVITALIZAÇÃO DE PONTOS VICIADOS EM DESCARTE IRREGULAR DE LIXO: EXPERIÊNCIA MUNICÍPIO SÃO LOURENÇO DA MATA/PE.....	220
SENSOR ALTERNATIVO DE DETERMINAÇÃO DA UMIDADE DO SOLO	225
SISTEMA AUTOMATIZADO DE MANEJO DA IRRIGAÇÃO	230

TÉCNICA SWOT APLICADA AO PROGRAMA SANEAMENTO EXPRESSO DA COMPANHIA DE SANEAMENTO DE SERGIPE DESO.....	235
UMA AVALIAÇÃO DO PROGRAMA “A ESCOLA VEM A DESO” À LUZ DA MATRIZ SWOT	240
USO DE SENSORES ORBITAIS NA COBERTURA DE FONTES HÍDRICAS E ANÁLISE PRELIMINAR HIDROGEOLÓGICA NA BACIA DO AÇUDE CAMARÁ, PARAÍBA	245
USO SUSTENTÁVEL DOS RECURSOS HÍDRICOS DA JAPUNGU AGROINDUSTRIAL, NO MUNICÍPIO DE SANTA RITA - PB.....	250
VARIABILIDADE ESPACIAL DA PRECIPITAÇÃO EM UMA BACIA HIDROGRÁFICA DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO	255
VARIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DAS CIANOBACTÉRIAS <i>Raphidiopsis raciborskii</i> E <i>Planktothrix agardhii</i> EM RESERVATÓRIO DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO.....	261
ZOOPLÂNCTON COMO BIOINDICADOR DA QUALIDADE DA ÁGUA EM RESERVATÓRIOS DA REGIÃO SEMIÁRIDA.....	266

Área: Educação Ambiental e Conscientização Pública

A PERCEPÇÃO DE PESCADORES ARTESANAIS PODE CONTRIBUIR PARA A CONSERVAÇÃO DE GOLFINHOS E SEUS ECOSSISTEMAS?

Breno Carvalho da Silva¹; Marquênia Sinara Lima da Silva²; João Hemerson de Sousa¹;
Erika Taiza Ribeiro da Silva³; Evaldo de Lira Azevedo³

¹Universidade Federal da Paraíba, Campus I Lot. Cidade Universitária, João Pessoa (PB), 58051-900, Brasil. breno.carvalho.facul@gmail.com; joaohemersons@gmail.com

²Universidade Estadual da Paraíba, Rua Baraúnas, 351, Bairro Universitário, 58429-500, Campina Grande (PB), Brasil. marqueniasilva@aluno.uepb.edu.br

³Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Rodovia-426, S/N, Zona Rural, BR-426, Princesa Isabel (PB), 58755-000, Brasil. erika.taiza@academico.ifpb.edu.br; evaldo.azevedo@ifpb.edu.br
E-mail do autor correspondente: breno.carvalho.facul@gmail.com

RESUMO: Os pequenos cetáceos desempenham papel vital como sentinelas da saúde dos ecossistemas aquáticos. Contudo, são afetados por ameaças ambientais, como poluição e mudanças climáticas, assim como os pescadores artesanais, que dependem dos recursos disponíveis nesses ambientes. O presente estudo teve como objetivo avaliar a percepção de pescadores artesanais sobre a conservação de golfinhos e seus ecossistemas em área *hotspots* da biodiversidade marinha no Nordeste do Brasil. Para acesso aos pescadores artesanais, foi utilizado o método *snowball* a partir de formulários semiestruturados e pranchas ilustrativas. Foram entrevistados 31 pescadores artesanais, sendo o golfinho-nariz-de-garrafa – *Tursiops truncatus* o mais relatado pelos pescadores (30%; n=14). O descarte de lixo foi a principal ameaça apontada (39%; n= 21). Os resultados do Modelo Linear Generalizado (GLM) apontaram que a área de pesca e a frequência da atividade influenciam a percepção dos pescadores sobre os responsáveis pelos danos ambientais, destacando o setor comercial e a sociedade. A compreensão da percepção dos pescadores artesanais é crucial para conservação dos golfinhos e seus ecossistemas.

Palavras-chave: Cetáceos; Etnoecologia; Pesca artesanal; Poluição.

INTRODUÇÃO

Os cetáceos são sentinelas confiáveis da saúde marinha, devido à sua importância como predadores de topo de cadeia, sua natureza conspícua e sua dependência dos recursos disponíveis no ambiente aquático. A saúde desses animais abrange a soma de todas as interações biológicas, sociais e ambientais nas quais um indivíduo, população ou comunidade se envolve para gerir ou adaptar-se ao *stress* ao longo do tempo (SOLOMANDO et al., 2022). Por serem espécies que se alimentam em ecossistemas aquáticos rasos, de água doce e marinhos, a ameaça ambiental (à exemplo da poluição, mudanças climáticas, pesca excessiva e capturas acessórias) representa um estressor que pode resultar em respostas adversas nos

organismos (AVILA et al., 2018).

Nesse contexto, os pescadores artesanais também apresentam forte dependência dos serviços fornecidos pelo ecossistema aquático para sua sobrevivência. Da mesma forma, são impactados pelas perturbações ambientais nesses ambientes, além de representarem um grupo-chave para reconhecimento das perturbações (FAJARDO et al., 2021). A percepção das alterações climáticas e atividades antropogênicas que impactam a biodiversidade e ecossistemas aquáticos são essenciais para a implementação de políticas relacionadas a mitigação destas ameaças (AMOUTCHI et al., 2021).

Portanto, o presente estudo teve como objetivo avaliar a percepção de pescadores artesanais sobre a conservação de golfinhos e seus ecossistemas em uma área *hotspots* da biodiversidade marinha no Nordeste do Brasil. Para isso, buscou-se responder: i) quais são as espécies de golfinhos que interagem com a atividade pesqueira artesanal?; ii) quais são as principais ameaças para os golfinhos em seus ambientes?; e iii) qual fator está mais relacionado a percepção dos pescadores sobre os principais responsáveis pelos danos aos ecossistemas em que os golfinhos habitam?

METODOLOGIA

O estudo foi realizado na Área de Proteção Ambiental (APA) Naufrágio Queimado e no estuário do Rio Paraíba, estado da Paraíba, Nordeste do Brasil, com aprovação do Comitê de Ética da Universidade Estadual da Paraíba (Parecer Consubstanciado nº 5.712.452, CAAE 61442722.0.0000.5187) e executada com pescadores artesanais maiores de 18 anos, que realizam a atividade de pesca artesanal nas áreas de estudo. As entrevistas foram realizadas a partir do método de amostragem *snowball*, com uso de formulários semiestruturados e pranchas ilustrativas de espécies de pequenos cetáceos.

As análises preliminares dos dados incluíram estatísticas descritivas (nuvem de palavras e porcentagens). Foi empregado um Modelo Linear Generalizado (GLM) para determinar a influência da variável de resposta sobre a variável explicativa (Tabela 1). As análises foram realizadas usando o *software* de código aberto ambiente R (versão 4.3.0), o ambiente de desenvolvimento RStudio na versão 2022.02.3 Build 492.

Tabela 1. Descrição das variáveis utilizadas no Modelo Linear Generalizado (GLM).

Variável de resposta	Variáveis explicativas	Descrição e categorias
Percepção	Tempo de experiência	Tempo em que o pescador desenvolve a atividade de pesca em anos;
	Idade	Idade do pescador em anos;
	Escolaridade	Nível de escolaridade do pescador;
	Frequência da atividade	Frequência de saídas para pescar durante o mês;
	Área de pesca	Local de pesca (estuário ou mar).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram entrevistados (n=31) pescadores artesanais (Naufrágio Queimado: 55%; n=17 e estuário: 45%; n=14) e identificadas (n=7) espécies de pequenos cetáceos, sendo o golfinho-nariz-de-garrafa – *Tursiops truncatus* (P.J. van Bénédén, 1864) a espécie mais reportada pelos pescadores (30%; n=14). O “descarte de lixo” foi relatado como a principal ameaça para conservação dos golfinhos e seus ambientes (39%; n= 21) (Figura 1). Sabe-se que muitos resíduos sólidos resistem no ecossistema marinho por um período prolongado antes de se degradarem em microplásticos (MPs), por exemplo, os quais se acumulam nos organismos marinhos que não estão diretamente expostos à contaminação plástica por meio da cadeia alimentar, como é o caso dos golfinhos (YILMAZ et al., 2022).

Figura 1. Principais fatores que ameaçam os golfinhos e seus ecossistemas.



Estudos apontam que cerca de 80% dos microplásticos (MPs) são transportados para ambientes costeiros e oceânicos por sistemas fluviais, e que esses detritos são produzidos principalmente pela intensificação das atividades industriais *offshore*, extração de petróleo e gás, aquicultura, pesca e outras atividades marítimas (BHUYAN et al., 2021). Além disso, é importante destacar que muitas pesquisas se concentram exclusivamente nos sistemas marinhos, negligenciando o papel crucial dos ecossistemas estuarinos e de seus rios interiores como significativas fontes e áreas de concentração de poluição (DRABINSKI et al., 2023).

Os resultados do GLM indicaram que apenas duas variáveis (área de pesca e frequência

da atividade) apresentaram relação significativa ($p < 0,05$) com a percepção dos pescadores. A “frequência da atividade” correlacionou-se com a percepção do “setor comercial” como responsável pelos danos ambientais (GLM: $R^2 = 0.3895629$; p valor = 0.01979), enquanto a “área de pesca” influenciou a percepção sobre a responsabilidade da “sociedade” (GLM: $R^2 = 0.2974554$; p valor = 0.0006071) e do setor comercial pelos impactos nos ecossistemas (GLM: $R^2 = 0.3895629$; p valor = 0.04807).

Tabela 2. Resultados do GLM. Valores de R^2 e p foram usados para demonstrar se as variáveis explicativas apresentaram algum efeito sobre as variáveis de resposta.

Variável resposta (Percepção)				Variável explicativa
Sociedade	Turismo	Governo	Setor comercial	
p valor	p valor	p valor	p valor	
0.8706389	0.1495	0.2177	0.05101	Tempo de experiência
0.6098437	0.6059	0.3263	0.31745	Idade
0.9064921	0.5498	0.4986	0.27473	Escolaridade
0.7901141	0.5387	0.5816	0.01979	Frequência da atividade
0.0006071	0.2078	0.3781	0.04807	Área de pesca
R^2: 0.2974554	R^2 : 0.2009711	R^2 : 0.1626617	R^2 : 0.3895629	

As atividades humanas têm propiciado impactos profundos nos ecossistemas (à exemplo das alterações climáticas e perda de biodiversidade) com amplas consequências em escala global. Com isso, as populações que dependem diretamente dos recursos costeiros, como os pescadores artesanais, são altamente vulneráveis a essas mudanças, pois podem testemunhar diretamente os efeitos adversos da poluição, da pesca predatória e de outras práticas antropogênicas prejudiciais ao ecossistema em suas áreas de pesca (PELAGE et al., 2023).

A poluição, incluindo o descarte de esgotos industriais, têm efeitos negativos na comunidade pesqueira, resultando na perda de produção de peixes devido à pressão ambiental sobre suas áreas de atividades (FILHO; FREITAS, 2020). Os pescadores que praticam a pesca regularmente vivenciam os impactos adversos da exploração comercial nos recursos pesqueiros e no meio ambiente, o que pode afetar suas percepções sobre a responsabilidade do setor comercial pelos danos ecossistêmicos.

CONCLUSÕES

O entendimento da percepção de pescadores artesanais pode contribuir para a conservação de golfinhos e seus ecossistemas, tendo em vista o reconhecimento das principais ameaças enfrentadas pelas espécies em seus habitats. Esse conhecimento proporciona

a identificação de problemas, como o descarte de lixo, e possibilita o desenvolvimento de medidas de conservação mais eficazes.

REFERÊNCIAS

AMOUTCHI, A. I. et al. Fishermen's perceptions and experiences toward the impact of climate change and anthropogenic activities on freshwater fish biodiversity in Côte d'Ivoire. **Discover Sustainability**, v. 2, n. 1, p. 56, 2021.

AVILA, I. C. et al. Current global risks to marine mammals: taking stock of the threats. **Biological Conservation**, v. 221, p. 44-58, 2018.

BHUYAN, M. S. et al. Plastics in marine ecosystem: a review of their sources and pollution conduits. **Regional Studies in Marine Science**, v. 41, p. 101539, 2021.

CORTEZ, C. S.; RIBEIRO, R; MOREIRA-SANTOS, M. Ecological risk assessment of the Paraíba River estuary (Brazil): Plan for a tier 1 screening phase for the ecotoxicological line of evidence. **Chemosphere**, v. 335, p. 139039, 2023.

DRABINSKI, T. L. et al. Microplastics in freshwater river in Rio de Janeiro and its role as a source of microplastic pollution in Guanabara Bay, SE Brazil. In: **Micro**. MDPI, 2023. p. 208-223.

FAJARDO, P. et al. Aichi Target 18 beyond 2020: mainstreaming Traditional Biodiversity Knowledge in the conservation and sustainable use of marine and coastal ecosystems. **PeerJ**, v. 9, p. e9616, 2021.

FILHO, F. T.; FREITAS, W. T. K. The effects of urban/industrial expansion in Guanabara Bay on the perception of artisan fishermen. **Revista Ambiente e Sociedade**, v. 23, 2020.

NOY, C. Sampling knowledge: The hermeneutics of snowball sampling in qualitative research. **International Journal of social research methodology**, v. 11, n. 4, p. 327-344, 2008.

PELAGE, L. et al. Fishers' perceptions of global change to inform coastal planning in a data-poor socio-ecological system. **Marine Policy**, v. 155, p. 105784, 2023.

SOLOMANDO, A. et al. Evaluating the Presence of Marine Litter in Cetaceans Stranded in the Balearic Islands (Western Mediterranean Sea). **Biology**, v. 11, n. 10, p. 1468, 2022.

TAVARES FILHO, F. et al. Os efeitos do avanço urbano/industrial na baía de guanabara na percepção de pescadores artesanais. **Ambiente & Sociedade**, v. 23, p. e03011, 2020.

YILMAZ, A. B. et al. An assessment of sea surface and seabed macro plastic density in Northeastern Mediterranean Sea. **Pollution**, v. 8, n. 2, p. 543-552, 2022.

Apoio: Laboratório de Ecologia de Bentos (LEB), Fundo Setorial de Recursos Hídricos (CT-Hidro – Processo 409348/2022-8), Programa de Pesquisas Ecológicas de Longa Duração e Rio Paraíba Integrado (PELD/RIPA), Instituto Federal da Paraíba, *Campus Princesa Isabel*.

Área: Adaptação às mudanças climáticas e gerenciamento de riscos hídricos

A SECA DE 2012 A 2017 NO ESTADO DA PARAÍBA

Maria Marle Bandeira¹; Carmem Terezinha Becker²; Danilo Ericksen Costa Cabral³

^{1,2,3} Gerência Executiva de Monitoramento e Hidrometria, Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba – GEMOH/AESA

RESUMO: O estado da Paraíba, apresenta, por característica particular, alta variabilidade espacial e temporal das chuvas. Além disso, um longo período com déficit pluviométrico foi evidenciado entre os anos de 2012 e 2017, afetando os mais variados setores sociais e econômicos. Este trabalho tem como objetivo analisar os desvios de precipitação no período de 2012 a 2017 nas regiões pluviometricamente homogêneas do estado da Paraíba. Sua relação com as condições oceânicas globais e resposta ao comportamento dos principais açudes de cada região, para as duas quadras chuvosas, Quadra 1 (fevereiro a maio) e Quadra 2 (abril a julho) de forma a contribuir para gerenciamento dos recursos hídricos. Foram utilizados dados pluviométricos mensais de 242 postos pluviométricos e volume armazenado nos 06 principais açudes públicos de cada região, monitorados pela Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba – AESA. Os resultados mostraram uma significativa relação entre o aporte hídrico com os desvios de precipitação.

Palavras-chave: Déficit Hídrico; Quadra Chuvosa; Seca.

INTRODUÇÃO

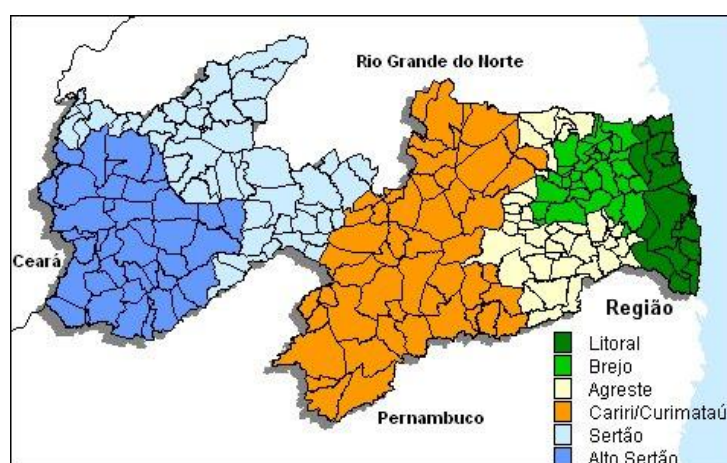
Grande parte do estado da Paraíba está inserido na região semiárida da Região Nordeste do Brasil (NEB), e tem como característica marcante a alta variabilidade espacial e temporal das chuvas, Azevedo et. al., (1998). Basicamente existem dois regimes de chuvas na Paraíba, sendo o primeiro deles de fevereiro a maio que abrange as regiões do Alto Sertão, Sertão e Cariri/Curimataú, e o segundo de abril a julho abrangendo as regiões do Agreste, Brejo e Litoral. O relatório de IPCC 2023 mostra uma perspectiva de aumentos na frequência e duração dos períodos secos no NEB e com isso, gera uma preocupação nos órgãos ligados aos recursos naturais entre outros. O período de 2012 a 2017 foi predominantemente de chuvas abaixo da média histórica contribuindo para a escassez dos recursos hídricos na Paraíba, (AES A - 2024). Assim, o presente trabalho tem como objetivo avaliar o comportamento das chuvas na Paraíba e sua resposta no aporte dos açudes no período de 2012 a 2017 e a influência dos campos oceânicos globais na distribuição das chuvas em cada região pluviometricamente homogênea.

METODOLOGIA

Foram utilizados totais pluviométricos mensais de 242 postos pluviométricos

localizados no estado da Paraíba e de 06 reservatórios públicos (Araçagi no Brejo; Argemiro de Figueiredo no Agreste; Coremas no Alto Sertão; Epitácio Pessoa no Cariri/Curimataú; Farinha no Sertão e Gramame/Mamuaba no Litoral), monitorados pela Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba – AESA, como também, dados mensais de anomalias de temperatura da superfície do mar (ATSM) sobre os oceanos Pacífico e Atlântico (National Oceanic and Atmospheric Administration - NOAA). Em seguida, foram calculados os desvios percentuais de precipitação pluvial mensal das Quadras 1 e 2, no período de 2012 a 2017. As regiões pluviometricamente homogêneas como Alto Sertão, Sertão, Cariri/Curimataú, Agreste, Brejo e Litoral, são apresentadas na Figura 1.

Figura 1 Regiões Pluviometricamente Homogêneas (AESA, adaptado, BRAGA, C.C.; SILVA, B.B., 1990)



RESULTADOS E DISCUSSÃO

Fevereiro a maio

No período de 2012 a 2017, o ano de 2012 apresentou o maior desvio negativo de precipitação, em praticamente todas as regiões do Estado, Figura 2. Durante os meses de março a maio foi observado águas anormalmente mais frias, Figura 3, contribuindo para uma intensificação da alta pressão subtropical do Atlântico, a qual esteve mais intensa e mais perto do continente, influenciando na condição de subsidência em baixos níveis da atmosfera (ausência de nuvens). A região do Cariri/Curimataú registrou o maior desvio negativo de precipitação em torno de 78% abaixo da média. Em 2015 e 2016 foram anos de El Niño, Figura 4, não qual contribuiu para a ocorrência de chuvas abaixo da média.

Figura 2. Desvios de Precipitação (%) por regiões homogêneas - fevereiro a maio

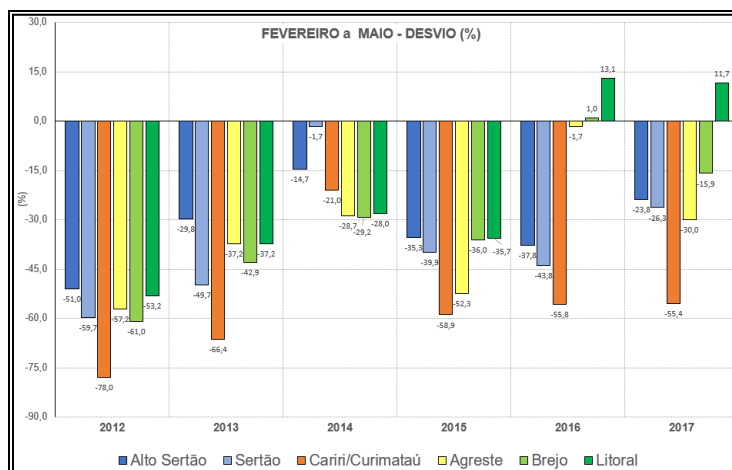
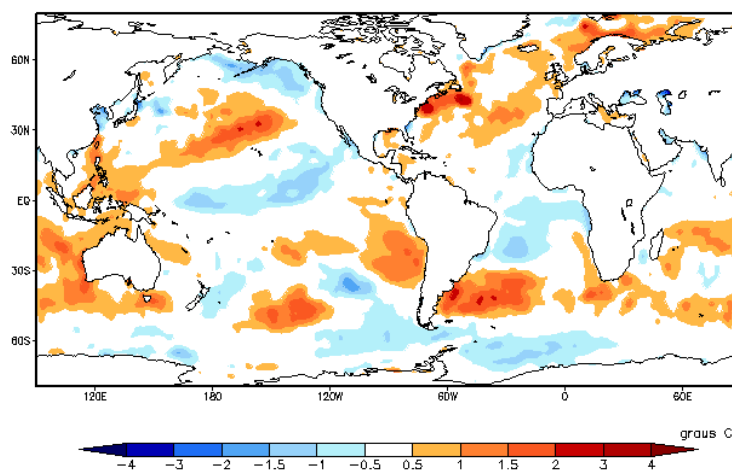


Figura 3. Anomalia da Temperatura da Superfície do Mar - fevereiro de 2012



Abril a Julho

As condições dos campos globais que interferiram na ausência de chuvas no período de fevereiro a maio de 2012 a 2017, também contribui para os desvios negativos de precipitação sobre a regiões do Agreste, Brejo e Litoral, principalmente nos anos de 2012 e 2016, Figura 4.

Figura 4. Desvios de Precipitação (%) por regiões homogêneas - abril a julho

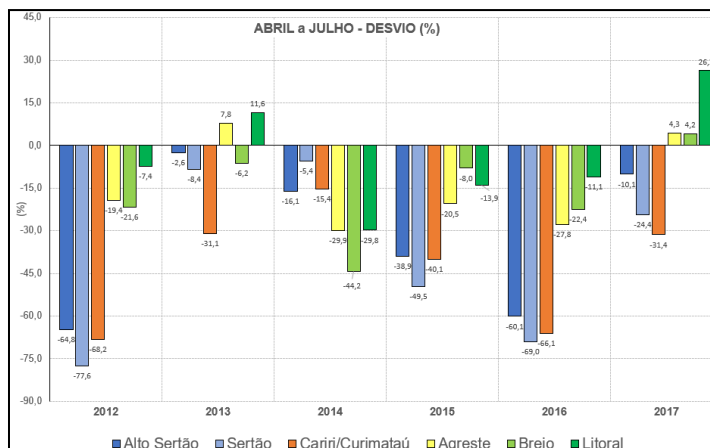
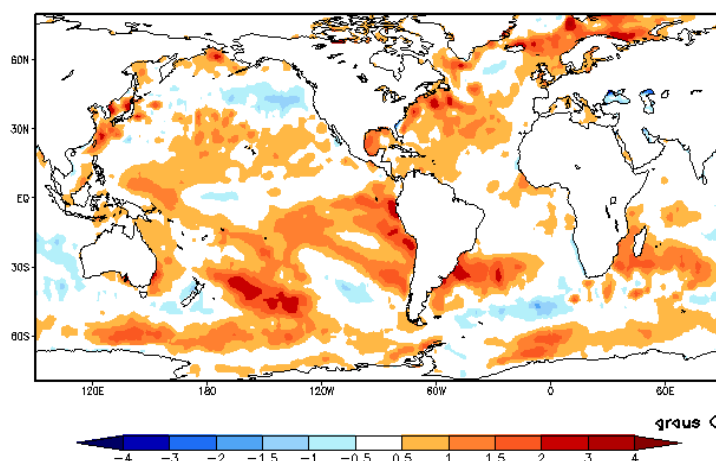


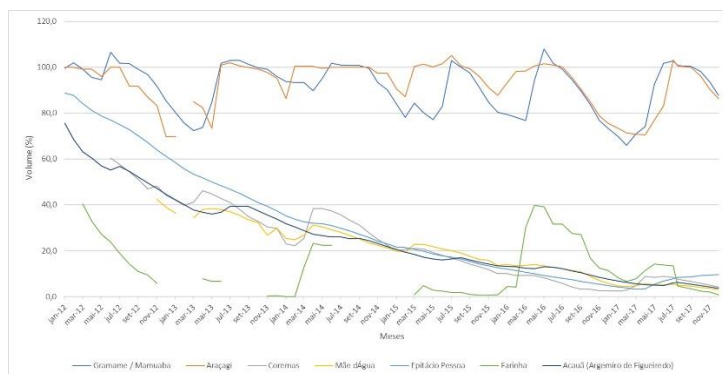
Figura 5. Anomalia de Temperatura da Superfície do Mar - março de 2017



A Figura 6 apresenta a variação temporal dos principais açudes do estado da Paraíba, de cada região pluviometricamente homogênea no período de 2012-2017. Selecionados de acordo com a sua importância, principalmente no abastecimento dos grandes centros urbanos. Os mananciais Gramame/Mamuaba e Araçagi, localizados nas regiões do Litoral e Brejo, mantiveram-se estáveis ao longo dos cinco anos analisados, alcançando seus níveis máximos de capacidade hídrica e sofrendo pouca influência dos efeitos da variabilidade das temperaturas da superfície do mar do Oceano Pacífico. Por outro lado, os reservatórios Acauã (Argemiro de Figueiredo), Epitácio Pessoa, Coremas, Mãe d'água e Engenheiro Ávidos, localizados nas regiões do Agreste, Cariri/Curimataú, Sertão e Alto Sertão, não conseguiram manter seus volumes ao longo do período analisado devido à falta de recarga hídrica em suas bacias, influenciada por anos de neutralidade e El Niño, além da alta taxa de evaporação característica dessas regiões. Já em março de 2017, observou-se um discreto aporte hídrico positivo no açude Epitácio Pessoa (Boqueirão), possivelmente associado às águas advindas do Projeto de Integração do Rio São Francisco (PISF), o que garantiu a

segurança hídrica aos municípios abastecidos pela referida barragem.

Figura 6: Volume percentual mensal dos principais reservatórios do Estado da Paraíba (2012 - 2017).



CONCLUSÕES

A persistência dos desvios negativos da pluviometria ao longo do período estudado contribuiu significativamente para a redução dos aportes hídricos nos principais açudes do Estado. Os níveis dos reservatórios do Estado estão relacionados com a qualidade das quadras chuvosas (Q1 e Q2).

REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA); Instituto Nacional de Meteorologia (INMET); Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE); Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastre (CENAD). **Painel El Niño 2023-2024: Boletim Mensal**. Edição de abril. Disponível em: <<https://www.gov.br/ana/pt-br/sala-de-situacao/painel-el-nino/boletins/mensal/painel-el-nino-boletim-mensal-no-07.pdf>>. Acesso em: (01/04/2024).

Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESA). Monitoramento de Açudes. [s.d.]. Disponível em: <<http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/monitoramento/>>.

AZEVEDO, P. V.; SILVA, B. B. da; RODRIGUES, M. F. G. Previsão Estatística das Chuvas de Outono no Estado do Ceará. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 13, n. 1, p. 19-30, 1998.

BRAGA, C. C.; SILVA, B. B. **Determinação de regiões pluviometricamente homogêneas no Estado da Paraíba**. In: **Congresso Brasileiro de Meteorologia**, 6., 1990, Salvador. Anais... Salvador: [s.n.], 1990. p. 200-205.

KOUSKY, V. E.; GAN, M. A. Upper Tropospheric Cyclonic Vortices in the Tropical South Atlantic. **Tellus, Boston**, v. 33, p. 538-551, 1981.

MUDANÇA do Clima 2023: Relatório Síntese Um Relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima.

National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). (s.d.). Temperatura da Superfície do Mar (SST) - Dados Atualizados. Disponível em: <https://www.ospo.noaa.gov/Products/ocean/sst.html>. Acesso em: (01/04/2024).

Área: Instrumentos de Gestão

ANÁLISE DE OUTORGAS SUPERFICIAIS NO TRECHO DA BACIA HIDROGRÁFICA PIRANHAS-AÇU NO RIO GRANDE DO NORTE

Luana Silvestre Fernandes¹; Paulo Cezar Filho²; Ana Vitória Araújo Fernandes³; Hugo Morais de
Alcântara⁴

¹Instituto de Gestão das Águas do Rio Grande do Norte, Rua Raposo Câmara, 59065-150, Candelária, Natal, Brasil; luaasilvestre08@gmail.com

²Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), discente do Prof.Água, Campus de Sumé, Rua Luiz Grande, s/nº - Frei Damião, Sumé-PB, 58540-000- Sumé, Paraíba; pauloczar10@hotmail.com

³Instituto de Gestão das Águas do Rio Grande do Norte, Rua Raposo Câmara, 59065-150, Candelária, Natal, Brasil; avitoriaaf@gmail.com

⁴Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), docente do Prof.Água, Campus Sumé, Rua Luiz Grande, s/nº - Frei Damião, Sumé-PB, 58540-000- Sumé, Paraíba; hugo.morais@professor.ufcg.edu.br

E-mail do autor correspondente: luaasilvestre08@gmail.com

RESUMO: Objetivou-se com esse trabalho analisar e quantificar as concessões de outorgas superficiais para o uso dos recursos hídricos no período de 2012 a 2022, emitidas pelo Instituto de Gestão das Águas do Rio Grande do Norte, abrangendo corpos d'água sob jurisdição estadual. Os dados foram categorizados de acordo com o tipo de captação, para separar as captações superficiais das subterrâneas. Entre as finalidades predominantes de consumo de água na bacia destacam-se a irrigação e o abastecimento humano. A análise das outorgas superficiais permitiu identificar 143 autorizações emitidas para irrigação e consumo de 66.244,85 m³.dia⁻¹, representando 45,95% da vazão total superficial outorgada. Abastecimento público foi o segundo maior número de regularizações. Prevê-se que essas atividades continuem demandando grandes volumes de água a curto, médio e longo prazo. A avaliação das outorgas concedidas é crucial para compreender a disponibilidade e distribuição da água em uma bacia, especialmente ao considerar sua dinâmica espacial e temporal.

Palavras-chave: Instrumentos de Gestão; Comitê de Bacia; Outorga.

INTRODUÇÃO

A gestão de recursos hídricos deve ser direcionada por meio dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e do Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH), como objetivo de facilitar a governança e fortalecer os princípios da Gestão Integrada de Recursos Hídricos (GIRH).

A PNRH dispõe de instrumentos de gestão dos recursos hídricos, que adequadamente aplicados, permitem regular o controle e a utilização da água por múltiplos usuários. Além disso, oferece a oportunidade de organizar, supervisionar e disponibilizar informações de recursos hídricos tanto para os tomadores de decisões e como por meio da sociedade (MAIA; VASCONSELLOS SOBRINHO; MENDES, 2023).

Segundo os princípios estabelecidos na Política Nacional de Recursos Hídricos brasileira, cinco instrumentos fundamentais para uma gestão eficiente são identificados: a concessão de direitos de uso da água, a cobrança pelo uso dos recursos hídricos, a classificação dos corpos d'água em classes de uso, o Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos e a implementação do Plano Nacional de Recursos Hídricos.

A demanda crescente por água e a diminuição gradual de sua quantidade e qualidade destacam a outorga dos recursos hídricos como um instrumento crucial para a gestão e o planejamento de seu uso, assegurando a oferta e qualidade necessárias.

A concessão de outorga é realizada predominantemente de acordo com a disponibilidade hídrica da bacia hidrográfica (ANA, 2018). Neste sentido, essa abordagem visa gerar conhecimento com aplicações práticas, direcionadas para auxiliar na resolução de problemas específicos, como os conflitos de uso frequentes em bacias hidrográficas.

No território brasileiro, a gestão dos recursos hídricos superficiais é de responsabilidade compartilhada entre o governo estadual e federal. No estado do Rio Grande do Norte o responsável pelo gerenciamento é o Instituto de Gestão das Águas do Rio Grande do Norte (IGARN), onde a união é representada pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). Esta divisão ocorre devido à presença de corpos d'água sob jurisdição estadual e federal (SEMARH, 2022).

Objetiva-se com esse trabalho analisar e quantificar as concessões de outorgas superficiais para usos múltiplos da água, no período de 2012 a 2022, emitidas por meio do Instituto de Gestão das Águas do Rio Grande do Norte (IGARN), para os corpos d'água de competência estadual.

METODOLOGIA

As informações de concessões das outorgas foram fornecidas em resposta a solicitação formal dos autores e registrada sob o número 10110008.000253/2023-32, no Sistema Estadual de Informação (SEI) do RN. Os dados foram disponibilizados em planilhas eletrônicas do Microsoft Excel, contendo as informações necessárias para realização deste trabalho.

Os dados foram categorizados de acordo com o tipo de captação, com separação das captações superficiais e subterrâneas. Utilizou-se o software de geoprocessamento *QGIS*, versão 3.32.3, para conversão dos pontos de outorga concedidos em formato *KML* e *shapefile*, inseridos no mapa de forma compatível, adotando o sistema de referência de coordenadas geográficas com o *Datum SIRGAS 2000*.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram contabilizadas 216 outorgas superficiais para regularizações. Contudo, 19 destas foram excluídas por estarem relacionadas ao lançamento de efluentes e à regularização de barragens/obras, atividades que não se alinham com os objetivos deste trabalho.

Na análise das outorgas superficiais, destaca-se a finalidade da irrigação, com a emissão de 143 autorizações e um consumo de $66.244,85 \text{ m}^3.\text{dia}^{-1}$, que corresponde a 45,95% da vazão superficial total outorgada. O Rio Grande do Norte destaca-se no agronegócio na região Nordeste. Em termos de consumo, a quantidade de água usada para irrigar 1 ha.ano^{-1} é suficiente para atender mais de 100 pessoas, com consumo de $250 \text{ L.pessoa}^{-1}.\text{dia}^{-1}$.

O abastecimento público possui o segundo maior número de regularizações concedidas e pelo segundo maior consumo de água em outorgas superficiais, totalizando $61.107,44 \text{ m}^3.\text{dia}^{-1}$. O consumo humano, definido como prioritário em situação de escassez hídrica, é essencial, pois está diretamente ligado à existência da vida.

Além de outorgas superficiais para carcinicultura também foram identificadas regularizações para fins de piscicultura, dispondo de 11 regularizações, com um volume de $7.252,00 \text{ m}^3.\text{dia}^{-1}$. Em relação às outras finalidades de uso, como industrial e usos múltiplos, observa-se uma menor incidência de regularizações emitidas.

Na Tabela 1 pode-se observar a variação temporal das outorgas superficiais, com dados do período de 2012 a 2022.

Tabela 1: Distribuição temporal das Outorgas Superficiais emitidas entre 2012 e 2022.

SEGMENTOS DE USO	OUTORGAS SUPERFICIAIS EMITIDAS EM 2012	OUTORGAS SUPERFICIAIS EMITIDAS EM 2022
IRRIGAÇÃO	5	22
CARCINICULTURA/PISCICULTURA	4	0
INDUSTRIAL	1	0
ABASTECIMENTO HUMANO	0	6
OUTROS USOS	0	2
USOS MÚLTIPLOS	0	3
TOTAL	10	33

Fonte: Elaboração própria.

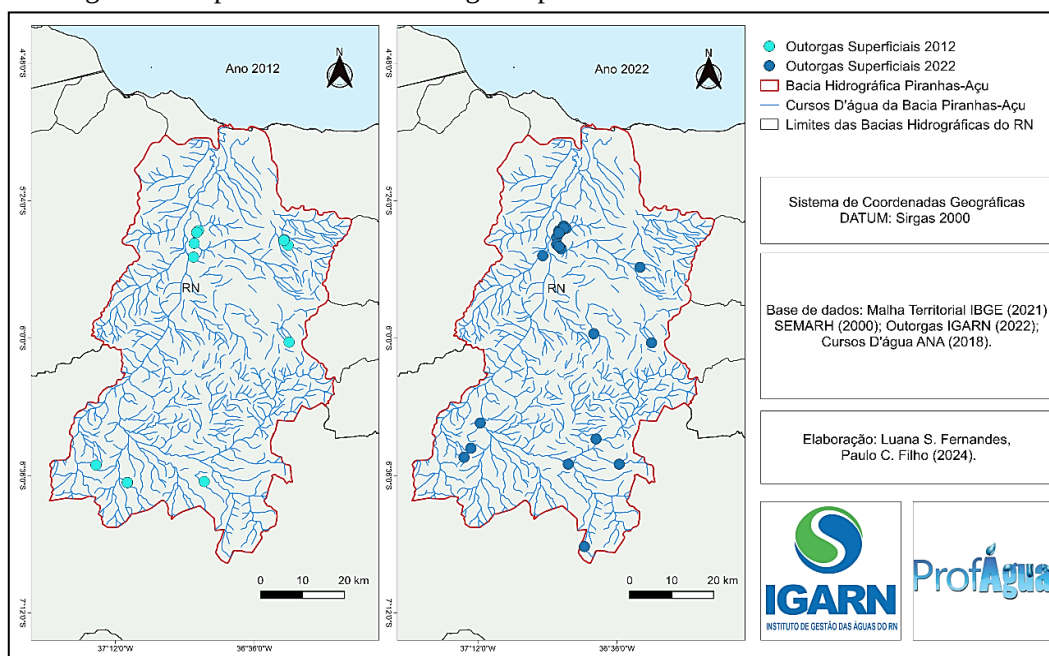
Destaca-se o uso da água para irrigação, que passou de 5 outorgas em 2012 para 22 em 2022. Ressalta-se a não existência de outorgas emitidas em 2012, para os fins de "abastecimento humano", "outros usos" e "usos múltiplos", é possível identificar a concessão de outorgas em 2022, com o quantitativo de 6, 2 e 3, respectivamente.

Uma das possíveis justificativas para o limitado número de regularizações emitidas em

2012, contando com 10 outorgas, pode estar atrelada a seca severa que ocorreu na região do semiárido brasileiro, neste ano.

A elaboração do mapa temático das outorgas superficiais concedidas (Figura 1) possibilitou a identificação espacial das regularizações, bem como visualizar a mudança temporal dessas em um intervalo de 10 anos, no período compreendido entre 2012 e 2022.

Figura 1: Mapa temático das outorgas superficiais concedidas entre 2012 a 2022.



Fonte: Elaboração própria.

Ressalta-se a necessidade de promover o uso racional da água, incentivando medidas para minimizar as perdas nas redes de abastecimento urbano e adotar práticas de irrigação mais eficazes.

Espera-se que os usos múltiplos da água continuem requerendo grandes volumes de água a curto, médio e longo prazo, sendo necessário acompanhar a evolução do consumo, haja vista que devem continuar sendo mantidas evoluções do padrão do consumo, de acordo com o identificado neste trabalho, devendo ser consideradas no planejamento de uso dos recursos hídricos da bacia do rio Piranhas-Açu.

O Rio Grande do Norte destaca-se entre os estados do Nordeste no cenário do agronegócio. Embora a agricultura irrigada tenha crescido no estado, na fruticultura o foco principal é o melão, com grande quantidade destinada para exportação (ARRUDA; FIGUEIREDO; LEVIEN, 2019).

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos evidenciam a relevância de realizar diagnósticos semelhantes ao proposto não apenas na bacia hidrográfica do rio Piranhas-Açu, mas também em todas as demais bacias hidrográficas do estado do Rio Grande do Norte.

A avaliação das outorgas concedidas é crucial para compreender a disponibilidade e a distribuição da água em uma bacia hidrográfica, especialmente ao examinar sua organização ao longo do espaço e do tempo.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, agradeço também ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - ProfÁgua, Projeto CAPES/ANA AUXPE Nº. 2717/2015, pelo apoio técnico científico aportado até o momento. Bem como ao campus de Sumé da UFCG, pelo apoio e experiências de campo, do Instituto de Gestão das Águas do Rio Grande do Norte (IGARN). À Fundação de Amparo e Promoção da Ciência, Tecnologia e Inovação do Rio Grande do Norte (FAPERN), por auxiliar a realização da pesquisa.

REFERÊNCIAS

- ANA – Agência Nacional de Água e Saneamento Básico. **Plano de Recursos Hídricos da bacia do rio Piancó-Piranhas-Açu**: resumo executivo. Brasília: ANA, 2018. Disponível em: https://www.ana.gov.br/acesso-ainformacao/institucional/publicacoes#planos_de_recursos_hidricos. Acesso em: 07 de mar de 2024.
- ARRUDA, L. E. V; FIGUEIREDO, V. B; LEVIEN, S. L. A. Evolução da agricultura irrigada no Estado do Rio Grande do Norte. **V INOVAGRI INTERNATIONAL MEETING**. Fortaleza/CE. 2019.
- MAIA, P. C. C.; VASCONCELLOS SOBRINHO, M.; MENDES, R. L. R. Governança da água na Amazônia Paraense: uma análise no uso da outorga de direito de uso dos recursos hídricos. **P2P E INOVAÇÃO**, Rio de Janeiro, RJ, v.9, n.1, p.8–28, 2022. DOI: 10.21721/p2p.2022v9n1.p8-28.
- SEMARH - SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS HÍDRICOS DO RIO GRANDE DO NORTE. **Revisão e Atualização do Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio Grande do Norte**. Natal: SEMARH, 2022.

Área: Adaptação às mudanças climáticas e gerenciamento de riscos hídricos

ANÁLISE TEMPORAL E ESPACIAL DAS SECAS NA BACIA DO VAZA BARRIS EM SERGIPE EM SERGIPE

Wanda Tathiana de Castro Silva¹; Letícia Ribeiro Pimenta¹; Rayane Oliveira Andrade ²;
Ana Victória Vasconcellos Guimarães²; Marcos Aurélio Soares Cruz³; Ariovaldo Antonio
Tadeu Lucas ³

¹Secretaria de Estado do Meio Ambiente, Sustentabilidade e Ações Climáticas-
SEMACE/SE,

email:wandatathiana.meteorologista@gmail.com;leticiapimenta@academico.ufs.br

²Mestranda em Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Sergipe - UFS,
email: rayane27andrade@gmail.com; vasconcellos08@gmail.com

³Professor da Universidade Federal de Sergipe - UFS,
email:marcusascruz@gmail.com; aatlucas@academico.ufs.br

RESUMO: As secas são o principal desastre natural que afeta o Nordeste brasileiro e o entendimento da sua dinâmica é fundamental para a gestão do risco climático na região, pois, interfere nas atividades humanas. Diante das mudanças climáticas têm acontecido eventos climáticos extremos de forma frequente, que necessitam ser constantemente avaliados. Buscou-se neste trabalho caracterizar os padrões espaço-temporal das secas hidrológicas e/ou socioeconômica no Rio Vaza Barris a partir da análise do Índice de Precipitação Padronizada (SPI) e a sua relação com o El Niño-Oscilação Sul (ENOS). Utilizaram-se as séries pluviométricas mensais de 33 anos, obtidos através do *Multi-Source Weighted-Ensemble Precipitation* (MSWEP). Destacou-se que os eventos de El Niño e La Niña influenciaram na variabilidade anual das chuvas, entretanto, mostraram associações menos significativas com extremos secos do índice SPI. O uso do SPI-12 é uma ferramenta prática na identificação de extremos de seca e chuva no Rio Vaza Barris - SE.

Palavras-chave: riscos climáticos; índice de severidade de seca; ENOS.

INTRODUÇÃO

A seca pode ser entendida como um fenômeno climático natural que representa a redução ou ausência de precipitação por um longo período em uma determinada região. O Brasil possui uma vasta área de semiárido em seu território, caracterizada por altos índices de escassez hídrica, enfrentando desafios significativos no fornecimento de água ao longo de sua extensão (PINHEIRO *et al.*, 2020). Localizada na costa leste da região Nordeste do Brasil, Sergipe apresenta características climáticas marcadas pela irregularidade, tanto no espaço quanto no tempo, com secas severas em alguns anos, e enchentes em outros (ARAGÃO *et al.* 2012). Entre os anos de 1991 e 2012 foram identificados 345 registros de estiagem e seca em Sergipe, em áreas majoritariamente localizadas na região semiárida (CEPED UFSC, 2013). Em 2017, 29 municípios decretaram estado de emergência em decorrência dos longos períodos de seca,

com efeitos na agricultura e no abastecimento de água para o consumo humano. Adicionalmente, em 2023, 9 municípios decretaram estado de emergência (SERGIPE, 2023), entre os quais 3 estão inseridos na bacia hidrográfica do rio Vaza Barris.

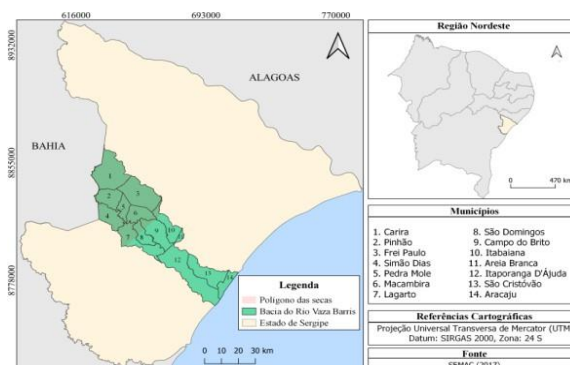
A avaliação da seca é geralmente realizada com o uso de índices, que auxiliam na caracterização e no monitoramento a partir de dados de precipitação. Para regiões em que há poucos dados disponíveis ou que são de difícil acesso esta é uma ferramenta importante, sobretudo por causa da extensa cobertura espacial e resolução temporal dos dados. Desse modo, considerando o que foi apresentado, este trabalho tem como objetivo monitorar as secas utilizando o Índice de Precipitação Padronizado (SPI), na bacia hidrográfica do rio Vaza Barris, localizada em Sergipe, para o período de 1990 a 2023.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

O rio Vaza Barris atravessa os estados da Bahia e Sergipe, nasce no sopé da Serra dos Macacos, na Bahia, corre o Nordeste Baiano, Agreste e Leste de Sergipe até desaguar no Oceano Atlântico, em Aracaju.

Figura 1. Localização da Bacia do Rio Vaza Barris no Estado de Sergipe.



Fonte: SEMAC, 2023.

Os dados de precipitação mensal, referentes à série temporal de 33 anos (1990 - 2023), foram obtidos através do *Multi-SourceWeighted-Ensemble Precipitation* (MSWEP) (BECK *et al.*, 2019). Trata-se de um conjunto de dados globais de precipitação de alta qualidade que utiliza várias fontes na obtenção de seus dados, como satélites, estações terrestres e modelos de reanálise meteorológica. Posteriormente, utilizando apenas os dados para os municípios sergipanos que estão inseridos na bacia hidrográfica do Vaza Barris, foi possível calcular as médias anuais de precipitação. O gráfico das oscilações dos fenômenos climáticos El Niño e La Niña foi obtido através da Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI. Os períodos de seca

foram identificados através do SPI (*Standardized Precipitation Index*). Os gráficos de análise temporal foram desenvolvidos no *software* R (R Core Team, 2024), utilizando o pacote SPI (BEGUERÍA; VICENTE-SERRANO, 2017). Os mapas espaciais do SPI12 e de desvio padrão foram realizados através do programa Qgis.

O SPI é determinado pela diferença da precipitação observada menos à média do intervalo de tempo específico, dividida pelo desvio padrão (Equação 1).

$$SPI = Z_i = \frac{(P_i - \bar{P}_i)}{\sigma_i}$$

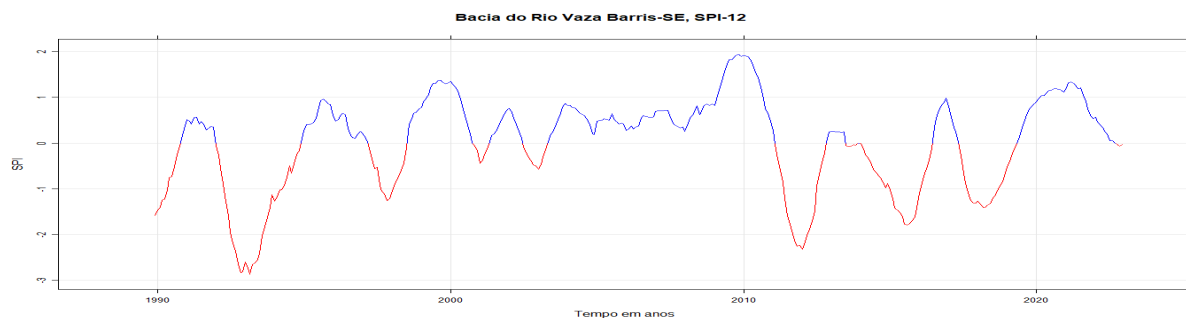
Em que, P_i é a precipitação observada; P_i e σ_i , são respectivamente, a média e o desvio padrão da série ajustada.

Neste estudo foi utilizado SPI12 (12 meses) por isso é possível analisar a seca hidrológica e consequentemente a socioeconômica cada o número de meses ultrapasse o supracitado. A espacialização dos dados foi realizada através do método de interpolação *Inverse Distance Weighting* (IDW), que prediz um valor para algum local não medido utilizando-se os valores amostrados à sua volta e é um dos métodos de interpolação espacial mais popularmente utilizados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através da figura 2 podemos analisar as variações do índice SPI 12 para a Bacia Hidrográfica do rio Vaza Barris, pode-se observar que a série temporal representa os períodos de seca, como também, os períodos úmidos. Os intervalos em que a bacia apresentou valores de seca extrema foram entre 1990 e 2000 e 2010 a 2020.

Figura 2. Comportamento temporal do índice SPI12 para a bacia do rio Vaza Barris, durante o período de 1990 a 2023.

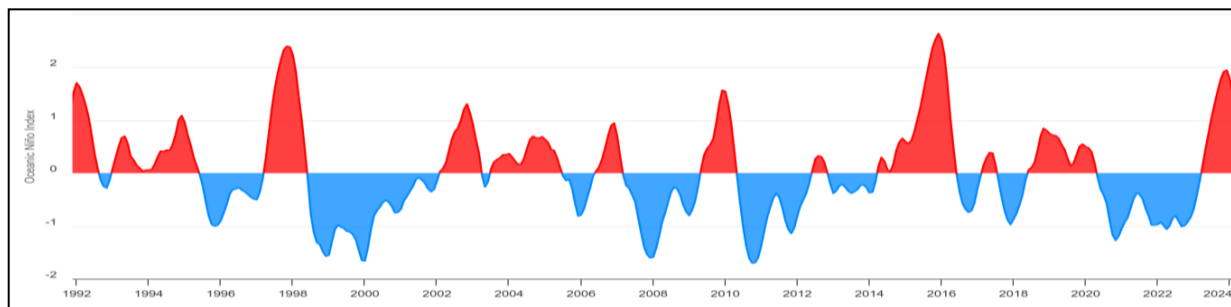


Fonte: autores (2024).

A figura 3 a seguir mostra as oscilações do El Niño (em vermelho) como do La Niña (em azul) durante o passar dos anos. Sabe-se que estes fenômenos, com também, outros fatores

climáticos influenciam no período seco e úmido da Bacia do Rio Vaza Barris. Percebe-se que nos períodos de El Niño em sua grande maioria coincidem com períodos de seca na Bacia.

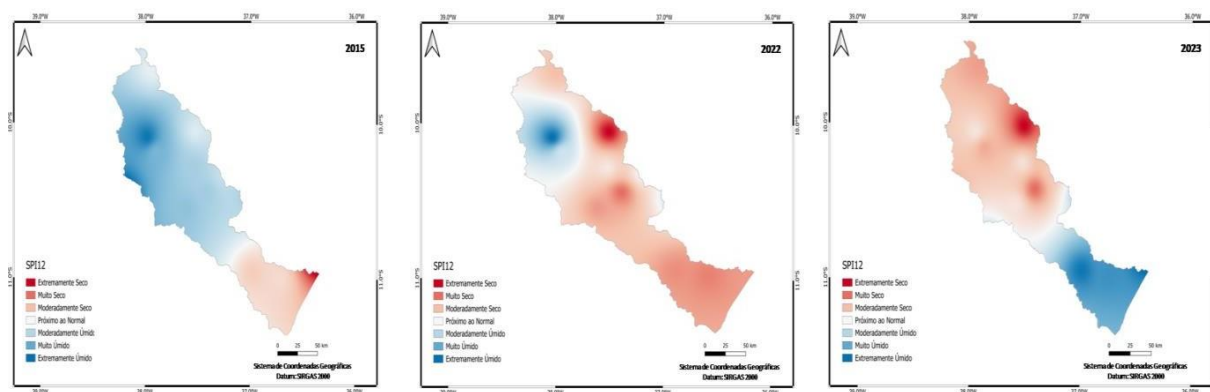
Figura 3. – Oscilações do El Nino durante o período de 1990 até 2022.



Fonte: UNIFEI (2024).

Nos períodos analisados ocorreram El Niño (2015), La Niña (2022) e transição climática/El Niño (2023) e analisando a figura 4 pode-se perceber que os resultados apresentaram bastante variabilidade espacial, é importante salientar que não só temos que verificar anos de eventos ENOS, mas também, outros fatores climáticos que de fato interfere na pluviometria.

Figura 4 – Análise comparativa dos mapas espaciais de SPI para a bacia do rio Vaza Barris durante os anos de 2015 (El Niño), 2022 (La Niña) e 2023 (neutralidade climática/El Niño).



Fonte: autores (2024).

CONCLUSÃO

O índice SPI permitiu avaliar de forma eficiente a ocorrência de condições associadas às secas e ao excesso de chuva em escala temporal e espacial associando aos eventos de ENOS. Tendo em vista a tendência de agravamento dos eventos climáticos extremos, têm ampliado o interesse por métodos que permitam quantificar os eventos extremos, de maneira a facilitar a tomada de decisões pelos gestores. De fato a utilização desse conhecimento corresponde a um importante subsídio ao planejamento e desenvolvimento de ações para a gestão dos recursos hídricos da Bacia Vaza Barris.

REFERÊNCIAS

ARAGÃO, R. de .; SANTANA, G. R.; de COSTA, C. E. F. F. da.; CRUZ, M. A. S., FIGUEIREDO, E. E. de.; SRINIVASAN, V. S. Chuvas intensas para o estado de Sergipe com base em dados desagregados de chuva diária. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. V.17, n. 3. Campina Grande, PB. 2012. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662013000300001>.

BECK, H. E.; WOOD, E. F.; PAN, M.; FISHER, C. K.; MIRALLES, D. G.; DIJK, A. I. J. M.V; MCVICAR, T. R.; ADLER, R. F.: MSWEP V2 Global 3-Hourly 0.1° Precipitation: Methodology and Quantitative Assessment, **Bulletin of the American Meteorological Society**, v.100, p. 473–500, 2019. <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-17-0138.1>.

BEGUERÍA, S.; VICENTE-SERRANO, S.M. 2017. SPEI: Calculation of the Standardised Precipitation-Evapotranspiration Index. R package version 1.7. <https://CRAN.R-project.org/package=SPEI>.

BRASIL NETO, R. M.; SANTOS, C. A. G.; SILVA, R. M. Análise espacial da seca no estado da Paraíba em 2015 utilizando dados do satélite TRMM e SPI. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 22, 2017, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2017, p. 1-8.

CEPED-UFSC - Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres - Universidade Federal de Santa Catarina. **Atlas Brasileiro de Desastres Naturais: 1991 a 2012**. 2. ed, Florianópolis: CEPED-UFSC, 89 p., 2013.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Índice de precipitação padronizado (SPI). Disponível em: <<https://clima1.cptec.inpe.br/spi/pt>>. Acesso em: 01 maio 2024.

Li, M.; Lv, X.; Zhu, L.; Uchenna Ochege, F.; Guo, H. Evaluation and Application of MSWEP in Drought Monitoring in Central Asia. **Atmosphere** **2022**, 13, 1053. <https://doi.org/10.3390/atmos13071053>.

ODONGO, R. A.; MOEL, H.; LOON, A. F. V. Propagation from meteorological to hydrological drought in the Horn of Africa using both standardized and threshold-based indices. **Natural Hazards Earth System Science**, v. 23, p. 2365–2386, 2023.

PINHEIRO, K. R.; ALVESa, E. R.; da SILVA, M. V.; ALVESb, J. D. G Impacto da precipitação e do uso e ocupação do solo na cobertura vegetal na Caatinga. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, v. 5, n. 2, p. 221-231, 2020.

R Core Team (2024). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

SERGIPE. Secretaria de Estado da Inclusão, Assistência Social e do trabalho. Departamento Estadual de Proteção e Defesa Civil. Situação de emergência: 2023. Aracaju: Defesa Civil, 2024. Disponível em: <https://www.defesacivil.se.gov.br/?page_id=228>.

SVOBODA, M.; HAYES, M.; WOOD, D. Standardized precipitation index user guide. World Meteorological Organization Geneva, Switzerland. Geneva, Switzerland, 2012.

Área: Educação Ambiental e Conscientização Pública

AS CONTRIBUIÇÕES DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA CONSCIENTIZAÇÃO SOBRE A UTILIZAÇÃO DA ÁGUA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

Julliermy Luan de Almeida Souza

¹Programa de Pós-graduação em Administração, Universidade Federal de Campina Grande, Rua Aprígio Veloso, 882, Bairro Universitário, Campina Grande/PB - CEP 58429-900. Centro de Humanidades - Bloco BC-II, 3º andar.

E-mail PPGA: secretaria.ppga@uaac.ufcg.edu.br. E-mail do autor: julliermyluan@gmail.com

RESUMO: Este artigo objetiva identificar como a educação ambiental vem sendo abordada nas pesquisas sobre a utilização da água. Sendo importante destacar que, atendendo a esse objetivo é possível oferecer um aprofundamento significativo ao campo, reconhecendo a importância dos estudos e a necessidade de contínuas investigações para promover insights valiosos na construção de estratégias e políticas mais assertivas de conscientização ambiental e enfrentamento da escassez hídrica. Na introdução, destaca-se discussões sobre as temáticas ambientais, com foco na utilização da água e a urgência de conscientização sobre o tema. Nos materiais e métodos retrata-se a estruturação da Revisão Sistemática da Literatura, constituída através da fonte de dados, base *Web of Science*; que também viabilizou o mapeamento gráfico das obras; e tendo como ferramenta de análise, o *software VOSviewer* para construção e visualização de redes bibliométricas, formadas a partir de interconexões de palavras-chave. Os resultados e discussões denotam as contribuições das pesquisas científicas para fomento da educação ambiental, sensibilização e promoção de comportamentos sustentáveis em busca da preservação dos recursos hídricos e mitigação de sua escassez. Já as conclusões ressaltam a necessidade de políticas públicas e práticas educacionais contínuas para enfrentar esse desafio global; e as perspectivas de estudos futuros envolvendo as temáticas.

Palavras-chave: Conscientização Ambiental; Crise Hídrica; Educação Ambiental; Utilização da Água.

INTRODUÇÃO

A problemática com relação a escassez de água emerge como uma das preocupações prementes do século XXI, suscitando debates persistentes sobre a necessidade de alternativas que possam mitigar essa crise hídrica, que o autor Almeida (2018), define como sendo à situação na qual a demanda por água excede significativamente a oferta disponível, resultando em escassez e conflitos de uso, além da degradação do próprio recurso.

Nesse contexto, a educação ambiental apresenta-se como uma alternativa essencial para mitigar os desafios decorrentes dessa crise, uma vez que, de acordo com Figueiredo (2012), representa um processo de reconhecimento de valores e conceitos, objetivando o desenvolver habilidades, comportamentos e atitudes mais conscientes em relação ao meio e equilibrar as interconexões entre as necessidades humanas e os recursos naturais.

É importante destacar que embora seja inegável o destaque que a crise hídrica ocupa atualmente, ainda há uma grande necessidade de intervenção, conscientização e educação

ambiental. As estatísticas evidenciam não apenas a escassez quantitativa, mas também a deterioração da qualidade dos recursos hídricos, como aponta o relatório da ONU sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos no Mundo (UNESCO, 2018).

Diante desse panorama desafiador, a conscientização sobre a importância da água e a necessidade de sua preservação emergem como imperativos inadiáveis e prioritários; e conforme afirma Leff (2001), a educação ambiental é uma abordagem multifacetada e abrangente para promover essa conscientização, sendo essencial para transformar mentalidades e comportamentos, e assim melhor direcionar indivíduos e comunidades a agirem de forma sustentável em relação aos recursos naturais.

No entanto, apesar do reconhecimento da importância da educação ambiental, é fundamental compreender como ela tem sido incorporada nas pesquisas sobre a escassez de água. Assim, realizar uma análise sistemática da literatura permite não apenas mapear as tendências e lacunas existentes, mas também identificar oportunidades para aprimorar a abordagem e eficácia das estratégias possíveis para solucionar essa problemática.

Portanto, com essa revisão sistemática, este artigo objetiva identificar como a educação ambiental vem sendo abordada nas pesquisas sobre a utilização da água, na busca por melhor explorar o estado atual do conhecimento sobre o papel da educação ambiental na conscientização sobre a crise hídrica vigente; e ao ofertar essa visão panorâmica das pesquisas realizadas na área, contribuir para o fomento do campo e desenvolvimento de políticas mais eficazes e ações mais assertivas na promoção da sustentabilidade hídrica.

METODOLOGIA

Tendo em vista o objetivo de identificar como a educação ambiental vem sendo abordada nas pesquisas sobre a utilização da água, optou-se por desenvolver um estudo qualitativo de caráter exploratório. A justificativa para essa escolha, decorre do estudo qualitativo exploratório permitir a compreensão profunda dos diferentes significados, valores, percepções e práticas sobre o campo (FARIA; SANTOS, 2020).

Nesse sentido, optou-se por estruturar uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL), que busca verificar a evolução da temática através da coleta de registros de pesquisa do campo; e da análise da evolução e de correlação entre elas no corte temporal.

Para a construção da primeira etapa dessa RSL, inicialmente utilizou-se como ferramenta de coleta dos dados a base eletrônica *Web of Science* (WoS), a fim de investigar o desenvolvimento do tema a partir da evolução do número de publicações ao longo do tempo.

Optou-se pela utilização de tal *software* por ser um dos bancos de dados de literatura

mais relevantes, cobrindo uma ampla variedade de disciplinas e de alta confiabilidade, muito utilizada em análises bibliométricas de várias áreas (FALAGAS et al., 2008).

Destaca-se ainda que, a base de publicações utilizada foi extraída da coleção principal do banco de dados da WoS, inicialmente filtrando pelas palavras-chaves: “environmental education” e “water”, com operador booleano “and” e pesquisadas por tópico. Com essa aplicação, a WoS identificou 596 resultados; número que foi reduzido para 476, após a escolha pelo tipo de documento: artigo; e posteriormente a exclusão dos que eram documentos de acesso antecipado para que não configurem erro de importação em ferramenta de análise. O *software* também viabilizou a perspectiva gráfica das obras refinadas, a partir dos gráficos que representam o número de publicações e citações ao longo do tempo; e o gráfico que retrata o número de publicações por categoria/área de conhecimento.

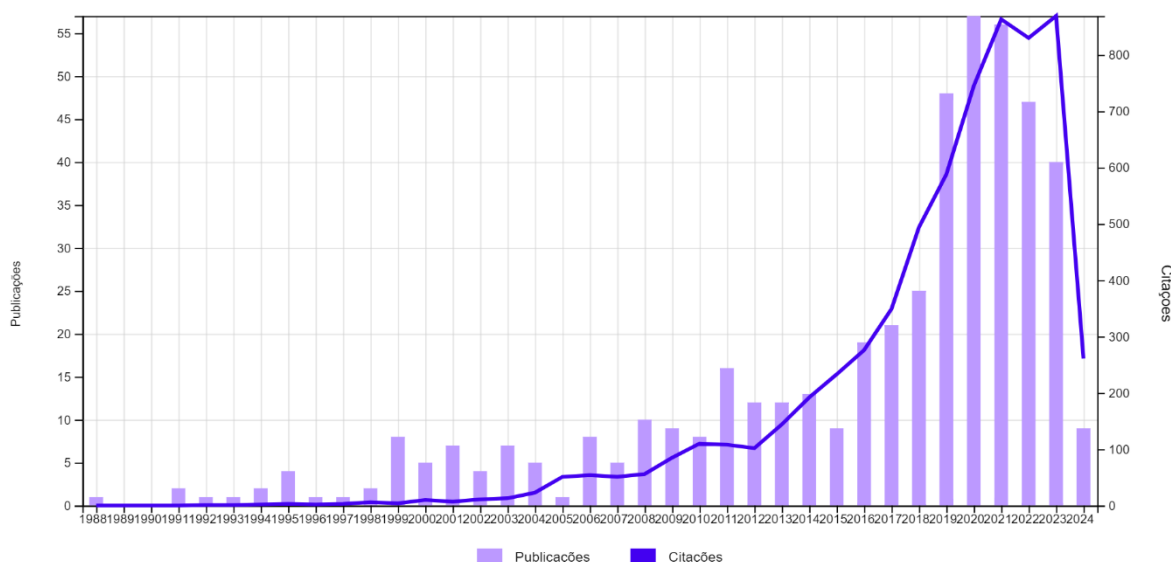
É importante retratar que, para escolha do tipo de documento, optou-se por artigos, uma vez que segundo Greenhalgh (2006), os artigos fornecem relatos detalhados de estudos científicos, incluindo métodos, resultados e conclusões, sendo considerados a principal fonte de informação para revisões sistemáticas.

Dando continuidade aos procedimentos metodológicos, utilizou-se da ferramenta de análise, *software VOSviewer* para construção e visualização de redes bibliométricas, formadas do acoplamento bibliográfico das bases de dados e suas interconexões de palavras-chave, que apontaram a correlação entre educação ambiental e utilização da água, por meio da análise de *clustering* que foca nos agrupamentos por similaridades ou associação de publicações que possuem uma conexão em termos de citação (VAN ECK; WALTMAN, 2017).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após operacionalização e refinamento da base de dados a própria *Web of Science* gerou a perspectiva gráfica que envolve o número de publicações e citações que envolvem as temáticas em análise, ao longo do tempo; o que será ilustrado abaixo:

Gráfico 1 - Incidência de Publicações e Citações ao Longo do Tempo



Fonte: Web of Science (2024)

Analisando o Gráfico 1, é possível identificar um mapeamento temporal com publicações e citações sobre a temática envolvendo educação ambiental e utilização da água sendo realizadas desde 1988, o que reforça que o campo de pesquisa não é novo, mas que vem sendo discutido e disseminado com grandes ocorrências de estudo em 2019, 2020 e 2021, anos que obtiveram maior produtividade científica dos eixos temáticos, anos inclusive em que existiram vários Eventos relacionados à água, como Fórum Mundial da Água; Conferência das Nações Unidas sobre Mudança Climática; Convenção sobre Diversidade Biológica, sem mencionar que foram anos marcados pela crise pandêmica, secas severas, inundações, escassez de água em áreas urbanas e rurais e demais problemáticas persistentes envolvendo escassez hídrica, o que pode ter impulsionado a pesquisa sobre o assunto, buscando maiores investigações e a própria conscientização sobre as mudanças climáticas e seus impactos na disponibilidade e qualidade da água.

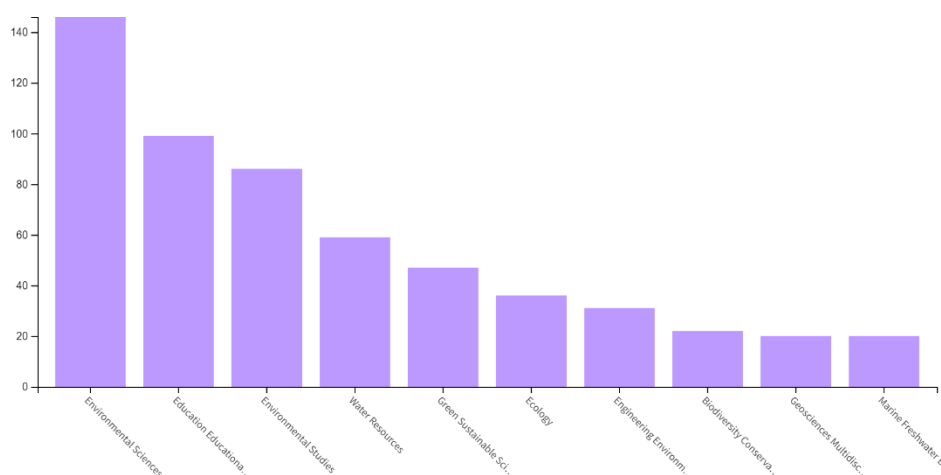
É importante destacar que as redes de citações e suas interconexões também seguem uma crescente sobre a temática, incluindo segundo a pesquisa realizada na WoS, uma rede de citações que interliga pesquisas e autores por todo o mundo, com ênfase na Austrália, que é um país caracterizado por secas e uma distribuição irregular da água, o que pode justificar o foco significativo em pesquisa relacionada à gestão hídrica, e o eixo de pesquisa em prol da conservação de recursos hídricos e tecnologias de dessalinização.

É importante destacar ainda a ocorrência de publicações e citações em países Europeus, como Holanda, Alemanha e Suécia, que possuem uma forte tradição em pesquisa relacionada à água e à gestão dos recursos hídricos, fator que pode ser justificado pela experiência histórica

em enfrentar desafios relacionados à água, como inundações, poluição e escassez, bem como a um compromisso com a sustentabilidade e a inovação.

Com relação as principais linhas de pesquisa que versam sobre educação ambiental e recurso hídrico, para melhor atender o objetivo desse estudo, utilizou-se da função gráfica da WoS para retratar a incidência de publicações por categoria/área de conhecimento, elegendo as 10 principais, para assim, mapear as perspectivas científicas e linhas de investigação mais recorrentes no campo, evidência que será retratada no gráfico a seguir:

Gráfico 2 – Incidência de Publicações por Categoria/área de Conhecimento

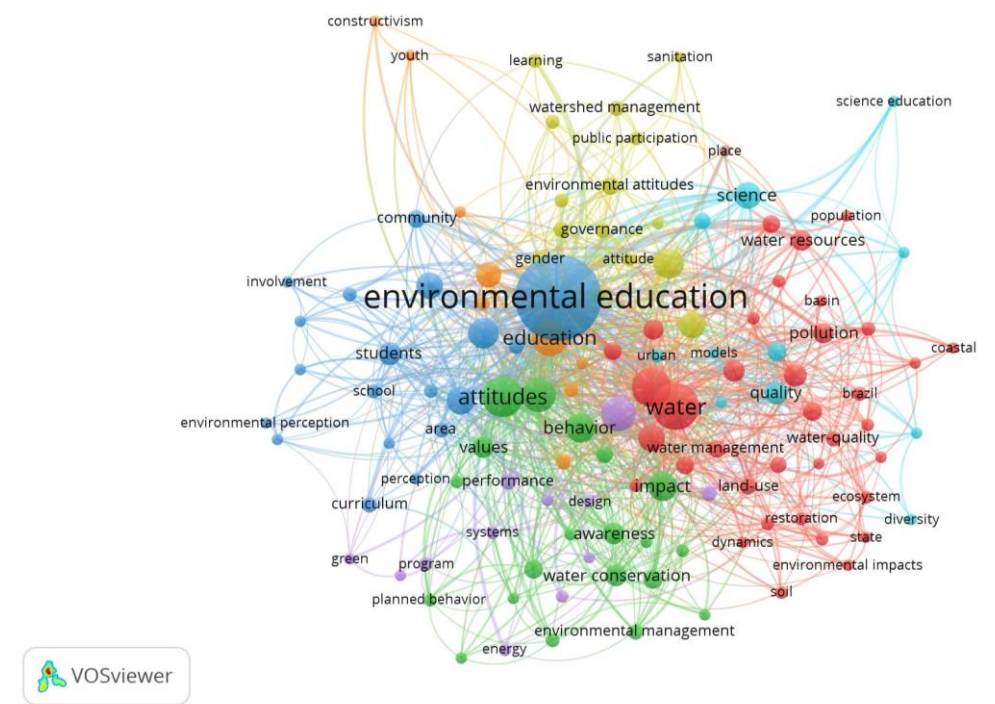


Fonte: Web of Science (2024)

Com base nessa análise gráfica, é nítido que as pesquisas sobre utilização da água e educação ambiental estão diretamente ligados a grandes áreas e campos de pesquisa que abordam a gestão dos Recursos Hídricos enfatizando a importância da Educação Ambiental na conscientização sobre a escassez de água. Também nas pesquisas interdisciplinares em Ciências Ambientais e na Engenharia Ambiental que buscam soluções sustentáveis para lidar com os desafios da crise hídrica, incorporando Ciência e Tecnologia Verde e Sustentável. Outro campo analisado de estudos correlacionado, é da Ecologia que desempenha um papel fundamental na compreensão dos impactos da crise hídrica nos ecossistemas aquáticos e terrestres, enquanto a Conservação da Biodiversidade se concentra na proteção dos recursos naturais diante dessa ameaça; com interconexão com as Geociências Multidisciplinares que contribuem para a pesquisa sobre a crise hídrica, abordando aspectos como a hidrologia e a geologia de bacias hidrográficas afetadas, ressaltando a necessidade de uma abordagem holística e multifacetada a luz da educação ambiental para enfrentar esse desafio.

E corroborando com essa análise por incidência das áreas de pesquisa que interligam as

Gráfico 3 – Interconexões por Palavras-chave



Fonte: *VOSviewer* (2024)

A interconexão entre as palavras-chave relacionadas, como água, crise hídrica, educação ambiental, recursos hídricos, sustentabilidade, conservação, biodiversidade, tecnologia verde e ciências ambientais, evidencia a complexidade e a importância dos estudos nessas áreas e suas interconexões com a educação e conscientização ambiental. Uma vez que abordam à crise hídrica, que demanda soluções urgentes e sustentáveis. Nesse contexto, a educação ambiental desempenha um papel crucial nas pesquisas do campo, principalmente para conscientização e promoção de práticas de conservação e uso responsável dos recursos hídricos e da biodiversidade que é intrinsecamente ligada, pois os ecossistemas aquáticos e terrestres são interdependentes e abrigam uma variedade de espécies vitais para o equilíbrio do meio ambiente. Em suma, os estudos e suas interconexões por palavras-chave, denotam a importância de garantir a disponibilidade e a qualidade da água para as gerações presentes e futuras; e promover a conservação dos ecossistemas e a sustentabilidade do planeta.

CONCLUSÕES

Diante da urgência da crise hídrica, e todos os estudos interligados a utilização da água

e a educação ambiental, temáticas que fizeram parte do objetivo deste estudo, ressalta-se que após análises, é crucial destacar a necessidade premente de políticas públicas e práticas educacionais contínuas para enfrentar esse desafio global. Além disso, é essencial investir em estudos futuros para aprofundar nosso entendimento sobre o tema; e essas perspectivas e investigações futuras incluem a pesquisa de novas tecnologias, análise dos impactos das mudanças climáticas e avaliação da eficácia das políticas implementadas com o engajamento de todos os setores da sociedade, na busca por construir um futuro mais sustentável e resiliente em relação aos recursos hídricos, o que reforça a importância deste estudo e dos demais que decorrerão dele.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J. R. (2018). **Gestão de Recursos Hídricos e Sustentabilidade Ambiental**. Rio de Janeiro: Interciência.

FALAGAS, M. E. et al. **Comparison of PubMed**. Strengths and weaknesses. The FASEB Journal, v. 22, n. 2, p. 338–342, 2008.

FARIA, A. P. G., & SANTOS, F. M. **A pesquisa qualitativa em estudos de Responsabilidade Social Empresarial: Uma análise crítica**. Revista Administração em Diálogo, v.22, n 1, 2020.

FIGUEIREDO, M. F. (2012). **Educação Ambiental: A Formação do Sujeito Ecológico**. São Paulo: Cortez.

GREENHALGH, T. **How to read a paper: Papers that report the results of experiments**. BMJ, v.332, p.716-719, 2016.

LEFF, E. (2001). **Saber Ambiental: Sustentabilidade, Racionalidade, Complexidade, Poder**. Petrópolis: Vozes.

UNESCO. (2018). **World Water Development Report 2018: Nature-Based Solutions for Water**. Paris: UNESCO.

VAN ECK, N. J.;WALTMAN, L. **Citation based clustering of publications using Scientometrics**. BMJ, v. 111, p. 1053–1070, 2017.

Área: Gestão Integrada de Recursos Hídricos

ASSOCIAÇÃO ENTRE SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS PERCEBIDOS PELA COMUNIDADE E OBJETIVOS DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL EM RESERVATÓRIOS

Lucianna Marques Rocha Ferreira¹; Franciely Ferreira Paiva¹; Maria Eduarda Santana Veríssimo¹; Livia Maria Osório de Sousa¹; José Etham de Lucena Barbosa²; Joseline Molozzi²

¹Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação, Universidade Estadual da Paraíba – UEPB, Rua Baraúnas, 351, Universitário, Campina Grande, PB, CEP: 58429-500, Brasil, lucianna.mrf@gmail.com, franciely.paiva@aluno.uepb.edu.br, maria.eduarda.verissimo@aluno.uepb.edu.br e liviaosorio.tn@gmail.com

²Departamento de Biologia, Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação, Universidade Estadual da Paraíba – UEPB, Rua Baraúnas, 351, Universitário, Campina Grande, PB, CEP: 58429-500, Brasil, ethambarbosa@servidor.uepb.edu.br e jmolozzi@gmail.com

E-mail do autor correspondente: lucianna.mrf@gmail.com

RESUMO: Em regiões áridas e semiáridas a escassez hídrica limita as atividades socioeconômicas e o alcance dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS). Assim, transferência de água entre bacias hidrográficas (TABH) são implementadas para aumentar a oferta de bens e serviços ecossistêmicos (BSE) relacionados a água. Esta pesquisa aborda a influência da TABH na percepção da comunidade ribeirinha sobre BSE na paisagem de reservatórios no semiárido, avaliando as associações entre os BSE percebidos e os ODS. O estudo foi desenvolvido em quatro reservatórios no semiárido brasileiro que recebe TABH e quatro reservatórios que não recebe TABH. Mapeamento participativo foi utilizado para identificar e para mapear os BSE percebidos pela comunidade ribeirinha. Posteriormente, os BSE percebidos foram interligados com os ODS. Não foi registrado influência da TABH na percepção da comunidade ribeirinha quanto a associação entre BSE e ODS. Os serviços de provisão apresentam potencial de contribuição significativo com ODS, especificamente ODS 1 (Erradicação da pobreza), ODS 2 (Fome zero), ODS 3 (Saúde e bem-estar), ODS 12 (Consumo e produção responsável) e ODS 15 (Vida terrestre).

Palavras-chave: Ecossistema dulcícola; benefício ambiental; percepção social; sustentabilidade.

INTRODUÇÃO

A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável surgiu diante dos desafios globais no âmbito ambiental (perda de habitat, perda de biodiversidade, invasão biológica e mudanças climáticas) e socioeconômico (pobreza, fome, desigualdade social e conflitos políticos) (UNITED NATIONS, 2015). A implementação de ações socioeconômicas para alcançar os

ODS deve considerar os elementos bióticos e abióticos e suas interações na paisagem (YANG et al. 2020). Pois, a estrutura e o funcionamento dos ecossistemas geram benefícios que promovem mudanças no bem-estar das pessoas, sendo denominados de bens e serviços ecossistêmicos (BSE) (LA NOTTE et al. 2017).

Os BSE são classificados em três seções: serviços de provisão, regulação e manutenção e cultural (HAINES-YOUNG & POTSCHIN, 2018). Esses são fundamentais para garantir os recursos para suprimir as necessidades básicas, como água para beber e alimentos (serviços de provisão); bem como de bem-estar humano, como regulação climática (serviço de regulação e manutenção) e o serviço cultural de lazer (JONES et al. 2019; YANG et al. 2020).

A paisagem de reservatórios disponibiliza inúmeros BSE (ex.: água, pescado, lazer, entre outros) e o manejo dos mesmos é fundamental para o desenvolvimento sustentável (JONES et al. 2019). Embora os reservatórios não estejam especificados nos ODS, incorporar a temática de identificação e de mapeamento de BSE em reservatórios a partir da percepção da comunidade pode contribuir para alcançar os ODS (GUO et al. 2021) e auxiliar o processo de planejamento e gestão ambiental (JONES et al. 2019). Esta pesquisa avalia a influência da convivência da comunidade ribeirinha com a transferência de água entre bacias hidrográficas (TABH) quanto a percepção de BSE na paisagem de reservatórios no semiárido, avaliando as interações entre os BSE percebidos e os ODS.

METODOLOGIA

O estudo foi desenvolvido na paisagem de reservatórios na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba (reservatórios de Argemiro de Figueiredo, Camalaú, Cordeiro, Epitácio Pessoa, Poções, Sumé e Taperoá) e no reservatório de Araçagi localizado na Bacia Hidrográfica do Rio Mamanguape. Apenas os reservatórios Argemiro de Figueiredo, Boqueirão, Camalaú e Poções eram receptores das águas do Rio São Francisco no período de estudo.

A identificação dos BSE disponíveis na paisagem de reservatório foi indicada pelas pessoas entrevistadas por meio de mapeamento participativo que ocorreu no período de dezembro de 2021 a janeiro de 2022. No contexto dos BSE, o método de mapeamento participativo envolve que pessoas ou partes interessadas indiquem em um mapa o local que oferta determinado bem ou serviço ecossistêmico (por exemplo, PALOMO et al. 2013). Os BSE citados pelos entrevistados foram classificados de acordo com a Classificação Comum de Serviços Ecossistêmicos (CICES), versão 5.1 (HAINES-YOUNG & POTSCHIN, 2018). Em seguida, as classes de BSE identificadas foram vinculadas aos ODS conforme o trabalho de Wood et al. (2018).

A análise sobre a influência da TABH na percepção da comunidade ribeirinha sobre BSE na paisagem de reservatórios no semiárido e a avaliação das interações entre os BSE percebidos e os ODS foi realizada por meio de interpretações de testes de PERMANOVA com distância euclidiana e 9999 permutações. Todos os testes estatísticos foram executados no *software R*, versão 4.1.1 (RSTUDIO TEAM, 2021), sendo considerado o nível de significância menor ou igual a 5%. O pacote ‘vegan’ foi utilizado para as análises PERMANOVA. Apenas para as interações que foram significativas, nós utilizamos o teste post-hoc *pairwise* com distância euclidiana e correção de Bonferroni, para determinar quais níveis da variável independente diferem entre si, sendo usado o pacote ‘pairwiseAdonis’.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

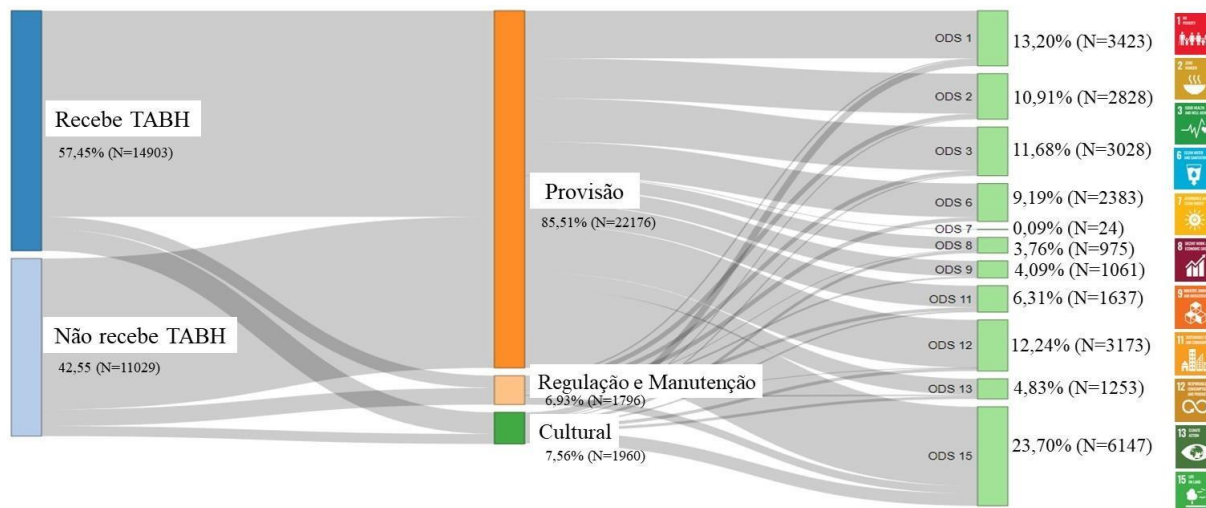
Nesta pesquisa foram entrevistadas 205 pessoas e o número de entrevistados por reservatório variou de 13 a 37 pessoas, visto que alguns reservatórios são mais povoados em suas proximidades que outros. Foi possível associar 29 classes de BSE a 11 ODS e foram registradas 25.932 ligações (Número de Ligações, NL) entre os BSE citados pelos entrevistados e os ODS. O ODS 1- Erradicação da pobreza (13,20%; NL= 3423), ODS 2- Fome zero (N= 2828; 10,91%), ODS 3- Saúde e bem-estar (11,68%; NL= 3028), ODS 12- Consumo e produção responsável (12,24%; NL= 3173) e ODS 15- Vida terrestre (23,70%; NL= 6147) representaram 71,73% das ligações.

Os benefícios ecossistêmicos percebidos pela comunidade ribeirinha que se enquadram na seção de provisão (85,52%; NL= 22176) foram frequentemente mencionados e mais fortemente associados aos ODS (PERMANOVA, $F_{17,2913} = 36,39$, $r^2 = 0,08$; $p = 0,0001$). Esses apresentam maior potencial para contribuir para alcançar os ODS1, ODS 3, ODS 12 e ODS 15 (Fig. 1). Porém, não houve diferença significativa entre a percepção da comunidade ribeirinha que reside próximo a reservatório que recebe e não recebe TABH quando associado como BSE por seção e ODS (PERMANOVA, $F_{17,2913} = 0,41$, $r^2 = 0,0009$; $p = 0,9$).

Evidenciou-se que a percepção da comunidade ribeirinha esteve relacionada aos BSE focados na nutrição, na higiene pessoal e na geração de renda. De modo que a integração desses BSE da paisagem de reservatórios na estrutura de ODS fornecerá a segurança material básica de água e de alimento que pode contribuir para o desenvolvimento sustentável da região semiárida (YANG et al. 2020). Sendo assim, a gestão focada nesses ODS apresenta potencial de solucionar de forma sustentável desafios provenientes da escassez hídrica em regiões semiáridas que interfere na disponibilidade de água para o abastecimento humano e os desafios socioeconômicos ligados a ela conforme apontado na pesquisa de revisão desenvolvida por

Guo et al. (2021) sobre ecossistemas de reservatórios e ODS.

Figura 1. Ligações entre o número de BSE percebidos pelos entrevistados que reside próximo a reservatórios receptores e não receptores de TABH, seção de BSE e ODS



CONCLUSÃO

As experiências individuais que proporcionam percepções sobre BSE, de modo geral, foram semelhantes na paisagem de reservatório com e sem a TABH, sobretudo quanto ao número de citações e de diversidade de BSE. Pois, mesmo em locais sem a TABH a comunidade ribeirinha continuará dependendo de certos BSE fundamentais para a sua sobrevivência.

Os serviços de provisão apresentaram maior potencial, se bem geridos, de contribuir com o alcance das metas dos ODS que promovem segurança das necessidades básicas. Assim, o planejamento para atingir o Desenvolvimento Sustentável em reservatórios no semiárido, conforme a Agenda 2030, deve considerar em especial a integridade, a disponibilidade e os múltiplos usos de serviços de provisão pela comunidade ribeirinha, priorizando a gestão integrada. Dessa forma, será possível compreender os ganhos e as perdas socioeconômicas resultantes de mudanças na paisagem. Ações de educação ambiental direcionadas sensibilização de cidadãos devem ser tomadas, a fim de integrar a comunidade ribeirinha na conservação dos ecossistemas aquáticos.

REFERÊNCIAS

GUO, Z. *et al.* Linking reservoir ecosystems research to the sustainable development goals. **Science of The Total Environment**, 10 ago. 2021. v. 781, p. 146769. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0048969721018374>>.

HAINES-YOUNG, R.; POTSCHEIN, M. **Common international classification of ecosystem**

services (CICES) V5.1, guidance on the application of the revised structure. [S.l.]: [s.n.], 2018. V. 5.1.

JONES, S. K. *et al.* Insights into the importance of ecosystem services to human well-being in reservoir landscapes. **Ecosystem Services**, out. 2019. v. 39, n. July, p. 100987. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2212041618304406>>.

LA NOTTE, A. *et al.* Ecosystem services classification: A systems ecology perspective of the cascade framework. **Ecological Indicators**, mar. 2017. v. 74, p. 392–402. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1470160X16306677>>.

PALOMO, I. *et al.* National Parks, buffer zones and surrounding lands: Mapping ecosystem service flows. **Ecosystem Services**, jun. 2013. v. 4, p. 104–116. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2212041612000277>>.

RSTUDIO TEAM. RStudio: Integrated Development for R. 2021. Disponível em: <<http://www.rstudio.com/>>.

UNITED NATIONS. **Transforming our world: the 2030 Agenda for sustainable development.** New York: [s.n.], 2015.

WOOD, S. L. R. *et al.* Distilling the role of ecosystem services in the Sustainable Development Goals. **Ecosystem Services**, 1 fev. 2018. v. 29, p. 70–82. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2212041617300207>>.

YANG, S. *et al.* Prioritizing sustainable development goals and linking them to ecosystem services: A global expert's knowledge evaluation. **Geography and Sustainability**, 1 dez. 2020. v. 1, n. 4, p. 321–330. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2666683920300511>>.

Área: Monitoramento e Avaliação da Qualidade da Água

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE D'ÁGUA DOS CORPOS HÍDRICOS EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO URBANAS: O CASO DO PARQUE ESTADUAL DAS TRILHAS

Marcos Henrique Batista Monteiro¹; Michelle Rayllanne Francelino Alves ²; Heloísa Gomes da Silva³;
Daniela Rodrigues dos Santos ⁴, Henrique Elias Pessoa Gutierrez⁵, André Luiz Queiroga Reis⁶

¹Departamento de Geociências, Universidade Federal da Paraíba, Campus I Lot. Cidade Universitária - PB, E-mail: laplag.ufpb@gmail.com

E-mail do autor correspondente: marcoshenrique23bm@gmail.com

RESUMO: As Unidades de Conservação tem como objetivo a preservação e proteção dos recursos naturais de uma região, incluindo os corpos hídricos. O monitoramento dos recursos hídricos auxilia no diagnóstico técnico e na avaliação dos impactos ambientais presentes no local. O objetivo deste trabalho é diagnosticar as condições ambientais dos rios e riacho presentes no Parque Estadual das Trilhas. Os resultados obtidos demonstram necessidades de maior monitoramento e fiscalização dentro do território da Unidade de Conservação.

Palavras-chave: Monitoramento; Recursos hídricos; Unidade de conservação.

INTRODUÇÃO

O crescente processo de expansão urbana das cidades brasileiras ao longo dos anos vem acarretando na diminuição da vegetação, principalmente no bioma Mata Atlântica. Nesse contexto, diversas leis passaram a ser criadas para garantir a conservação dos espaços territorialmente protegidos, a exemplo da Lei Federal nº 9.985, de 18 de Julho de 2000, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC). Com o objetivo de criar e implementar as Unidades de Conservação, que são espaços territoriais que visam a conservação da biodiversidade, da geodiversidade e do modo de vida das populações tradicionais. Logo, as águas compreendem a realidade dessas áreas protegidas.

No entanto, as unidades de conservação localizadas em áreas urbanas estão sujeitas às consequências negativas da carência de esgotamento sanitário, disposição irregular de resíduos, despejo irregular de efluentes industriais e aos usos e ocupações irregulares em áreas

¹ Discente do curso de Engenharia Ambiental, UFPB, marcoshenrique23bm@gmail.com

² Discente do curso de Engenharia Ambiental, UFPB, michelle.rayllanne@academico.ufpb.br

³ Discente do curso de Geografia - Bacharelado, UFPB, heloisa.gomes@academico.ufpb.br

⁴ Discente do curso de Geografia- Bacharelado, UFPB, daniela.santos2@academico.ufpb.br

⁵ Geógrafo e Professor do Departamento de Geociências, Coordenador do Projeto de Pesquisa, hepg86@hotmail.com

⁶ Químico, Técnico de Laboratório, PRODEMA/UFPB, andre_queiroga@yahoo.com.br

ambientalmente sensíveis, a exemplo das Áreas de Preservação Permanente (APPs). Segundo Zafalon & Silva (p. 128, 2012), “os rios urbanos, por sua vez, são os que mais têm sofrido com essa pressão social, e nesse contexto, se sobressai a importância das unidades de conservação para a manutenção da qualidade da água dos mananciais”. Assim, tais áreas são essenciais para a conservação e o desenvolvimento do equilíbrio ambiental.

O presente trabalho tem o objetivo de discutir os resultados do monitoramento da qualidade da água dos rios e riacho presentes no Parque Estadual das Trilhas, fruto de um projeto de pesquisa aprovado junto ao CNPq e a Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado da Paraíba - FAPESQ⁷ e vem sendo desenvolvido pelo Laboratório de Planejamento e Gestão Ambiental (LAPLAG) do Departamento de Geociências da Universidade Federal da Paraíba.

O Parque das Trilhas encontra-se na cidade de João Pessoa, tendo sido criado pelo Decreto Estadual nº 37.653/2017. Possui uma área de 578,5 hectares, que abriga parte da vegetação remanescente de mata atlântica da cidade de João Pessoa e protege riachos e rios, a exemplo do Aratu, Jacarapé, Cuiá e o riacho Sanhavía, que serão tratados neste trabalho.

METODOLOGIA

Além da revisão da literatura, também foram realizadas cinco atividades de campo, em onze pontos de coleta, para monitorar os rios Aratu, Cuiá, Jacarapé e o riacho Sanhavía (afluente da margem esquerda do rio Cuiá). As coletas foram iniciadas em 31 de julho de 2023, tendo sido realizadas outras coletas nos dias: 25/09/23, 10/11/23, 22/02/24 e 11/04/24. De acordo com o planejamento da pesquisa, restam três coletas a serem feitas em maio, junho e julho de 2024.

Os rios são monitorados em três trechos distintos: nascente, um ponto intermediário e a foz. Só o rio Aratu apresenta mais de um ponto de coleta devido à uma tubulação de águas pluviais, cujas águas se juntam às águas advindas da nascente, justificando a criação do ponto “nascente-tubulação”. Para as análises no campo foi utilizada uma sonda multiparâmetro para medir os seguintes parâmetros: condutividade, Oxigênio Dissolvido - OD, pH e temperatura.

Posteriormente, os frascos com as amostras de água coletadas no campo são analisadas no Laboratório Multiusuário do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal da Paraíba (PRODEMA/UFPB), por meio do uso de um fotômetro multiparâmetro Micro 20, da marca Akso, juntamente com fitas reagentes dos seguintes parâmetros: alcalinidade, amônia, cloreto, cromo, dureza, ferro total, fosfato, nitrato e nitrito. Tais resultados foram dispostos em planilhas para que sejam analisadas à luz da Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 357/2005 e apresentados por meio de gráficos.

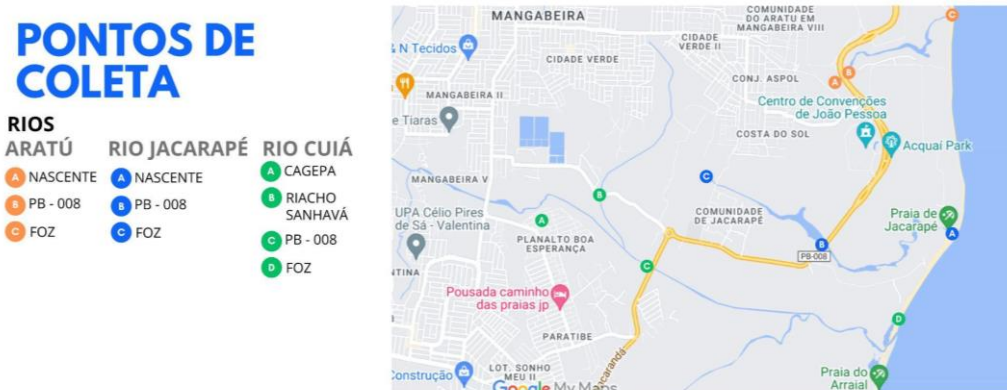
⁷ Agradecemos ao CNPq e a Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado da Paraíba (FAPESQ-PB) - Termo de Outorga nº 3215/2021 - Edital nº 010/2021 - FAPESQ/PB - MCTIC/CNPq - Programa de Infraestrutura para jovens pesquisadores / Programa Primeiros Projetos - PPP.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os rios Aratu e Jacarapé, e o riacho Sanhava, estão totalmente inseridos no parque Estadual das Trilhas, sendo assim, é essencial destacar a importância e a magnitude dos corpos hídricos para a manutenção de todo um ecossistema presente nesta UC urbana.

Os pontos de coleta dentro do Parque Estadual das Trilhas estão indicados na Figura 1. As atividades de campo permitiram a identificação de diversos problemas ambientais, a exemplo do descarte irregular de resíduos sólidos, que afeta diretamente os corpos hídricos. Por outro lado, o rio Cuiá tem parte do seu curso fora dos limites da unidade de conservação, percorrendo áreas densamente urbanizadas nos bairros da zona sul do município de João Pessoa.

Figura 1. Mapa de localização dos pontos de coleta

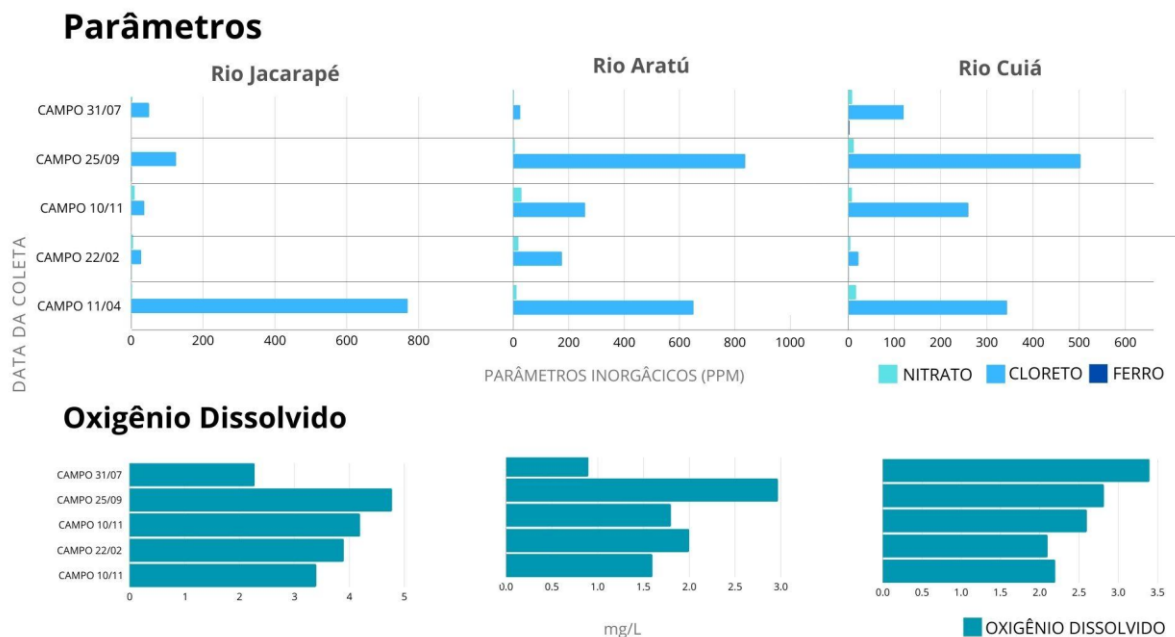


Elaboração: Os autores

A análise da qualidade da água dos rios revelou que o oxigênio dissolvido em quase todos os pontos está abaixo do parâmetro estabelecido pela Resolução do CONAMA 357/2005. Quando a quantidade de oxigênio disponível é baixa, dificulta a sobrevivência de seres aeróbios. Ademais, a água contaminada com esgoto doméstico apresenta baixa concentração de oxigênio dissolvido, uma vez que será necessário a ação de mais organismos aeróbios para decompor o excesso de carga orgânica presente no meio (GARCIA, J. M, et al, 2018).

Também foram constatados níveis elevados de nitrato, cloreto e variações no ferro dissolvido, medidos em ppm (partes por milhão), em relação aos padrões de águas doces Classe 1 (gráfico 1). Os valores de nitrato excederam o limite máximo permitido de 10 ppm em quase todas as medições. Conforme Santos e Júnior (2021), o aumento da presença de nitrogênio e fósforo nos corpos hídricos resulta da entrada de efluentes domésticos, lixiviados de aterros sanitários e certos tipos de efluentes industriais, como descargas de indústrias alimentícias e coquearias. O uso de fertilizantes à base de sais de amônio, nitrato e fosfato, frequentemente aplicados em áreas agrícolas, também contribuem para esse aumento, indicando possível contaminação por atividades agrícolas ou descarga de resíduos.

Gráfico 1. Parâmetros físico-químicos dos corpos hídricos no Parque Estadual das Trilhas



Fonte: os autores

Os níveis de cloreto mostram variações significativas. Segundo Oliveira et al (2010), “o cloreto nos corpos d’água provém geralmente da dissolução de minerais ou da intrusão de águas do mar, podendo também, advir de esgotos domésticos (excreção pela urina) ou industriais, sugerindo múltiplas fontes de poluição. Além disso, algumas leituras apresentaram o excesso de ferro dissolvido acima do limite de 0,3 ppm, o que pode causar cor na água. Em geral, a cor de origem natural não representa risco à saúde humana, mas pode gerar questionamentos a respeito de sua confiabilidade.

Diante do cenário retratado e tomando a perspectiva destacada por Pinezi (2023), o gerenciamento das Unidades de Conservação necessita se atentar às demandas de monitoramento e análises dos recursos hídricos presentes em sua área, de forma que se possa observar a qualidade da água dos rios. Tais medidas são essenciais para garantir questões de saúde pública, avaliar a qualidade dos ecossistemas aquáticos, abastecimento de água e fiscalização de despejo de efluentes, de origem doméstica ou industrial, que possam causar danos aos cursos d’água.

CONCLUSÕES

Os resultados parciais destacam desvios em relação aos padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005. Caso não aconteça a devida implantação e gestão desse parque estadual, que inclui a regularização fundiária, diante das ocupações de pessoas de baixa renda, bem como a invasão de pessoas com residências de médio e alto padrão, somado às outras ações no tocante ao uso e ocupação nas bacias dos rios monitorados, cercamento, fiscalização, incentivo e desenvolvimento de pesquisas científicas e de atividades de educação ambiental, o Parque

Estadual das Trilhas continuará sujeito aos impactos oriundos dos bairros de João Pessoa por onde passam os cursos d'água que estão inseridos no parque, como também das pressões oriundas das obras em execução dos futuros empreendimentos da área do turismo, que estão localizados nos limites do parque. Sendo assim, os resultados enfatizam a urgência de medidas que promovam a devida proteção ambiental dessa UC, principalmente a revitalização dos rios e riachos, que requer uma abordagem integrada e colaborativa.

REFERÊNCIAS

- GARCIA, J. M; MANTOVANI, P; GOMES, R. C; LONGO, R. M; DEMANBORO, A. C; BETTINE, S. C. Degradação ambiental e qualidade da água em nascentes de rios urbanos. Revista Sociedade & Natureza, v.30, n.1, p.228-254, 2018, Uberlândia- Minas Gerais.
- OLIVEIRA, C. N; CAMPOS, V. P; MEDEIROS, Y. D. P. Avaliação e identificação de parâmetros importantes para a qualidade de corpos d'água no semiárido baiano. Estudo de caso: bacia hidrográfica do rio Salitre. Química Nova, v. 33, p. 1059-1066, 2010.
- PINEZI, A. C. Oportunidades para a integração entre planejamento de recursos hídricos e de unidades de conservação: propostas e estudo na região metropolitana do vale do paraíba e litoral norte (SP). 2023.
- SANTOS, A. S. P; JÚNIOR, A. A O. Engenharia e Meio Ambiente - Aspectos Conceituais e Práticos. Grupo GEN, 2021.
- ZAFALON, R.; SILVA, S. K. A criação de unidades de conservação como instrumento de proteção aos recursos hídricos: estudo de caso do Parque Nascentes do Belém – Curitiba, PR. Revista Geografar, Curitiba, v.7, n.2, p.126-152, dez. 2012.

Área: Monitoramento e Avaliação da Qualidade de Água

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE ÁGUA NA BACIA DO RIO CARIMÃ NO IFPE-CAMPUS BARREIROS

Bianca Silva Tavares¹; Priscila Maria da Silva²; Rômulo Vinícius Cordeiro Conceição de Souza³; Marcos Juliano Gouveia⁴; Marta dos Santos Inácio⁵; Liliam Maria Henrique da Silva⁶;

¹Departamento de Desenvolvimento Educacional, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco Campus Barreiros, Fazenda Sapé s/n, bianca.tavares@barreiros.ifpe.edu.br

² Departamento de Desenvolvimento Educacional, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco Campus Barreiros, Fazenda Sapé s/n, romulo@barreiros.ifpe.edu.br

E-mail do autor correspondente: bianca.tavares@barreiros.ifpe.edu.br

RESUMO: A avaliação da qualidade da água é crucial para garantir a segurança e a saúde pública. Esta pesquisa teve como objetivo principal avaliar a qualidade da água em diferentes locais e épocas do ano na bacia hidrográfica do Rio Carimã no IFPE - Campus Barreiros. As coletas foram realizadas entre janeiro de 2022 e maio de 2023. Foram avaliados os seguintes parâmetros químicos e físicos de qualidade de água: potencial hidrogeniônico (pH), oxigênio dissolvido (OD) e condutividade elétrica (CE). Os resultados obtidos mostraram que não houve modificações relevantes no padrão de qualidade da água nos oito pontos amostrados no decorrer das análises, constatando haver poucos impactos em razão às ações antrópicas no local. Conclui-se que a água desse corpo hídrico pode ser destinada a diferentes fins, como: abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional, recreação de contato primário, irrigação, aquicultura e à atividade de pesca, conforme estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005.

Palavras-chave: monitoramento; recursos hídricos; qualidade.

INTRODUÇÃO

A qualidade da água está diretamente ligada às suas características físicas, químicas e biológicas. A alteração dessas características pode ocorrer por efeitos agregados de vários processos ao longo do caminho percorrido pela água na bacia hidrográfica (ABREU & CUNHA, 2015; MASSOUD, 2012).

Os riachos podem perfazer até 70% das redes de drenagem das bacias hidrográficas, mas muitas vezes são negligenciados e frequentemente desviados, poluídos, canalizados e até mesmo soterrados frente às necessidades de crescimento e ocupação da paisagem por atividades antrópicas (GOUVEIA & SELVA, 2021).

É primordial monitorar a qualidade da água, de forma a possibilitar o acompanhamento dos processos evolutivos e ou estacionários de uso dos corpos hídricos, apresentando seus efeitos sobre as características qualitativas das águas, proporcionando ações de controle ambiental (SOUZA, 2015).

O objetivo do trabalho foi avaliar parâmetros físico-químicos relacionados à qualidade de água em diferentes locais e épocas do ano Campus Barreiros do Instituto Federal de Pernambuco.

METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada no IFPE - Campus Barreiros, localizado no município de Barreiros, Estado de Pernambuco.

O Campus apresenta área total de 403 hectares e constituído por um conjunto de microbacias, que constituem os afluentes do Rio Carimã, dispondo remanescentes de vegetação nativa da Mata Atlântica, cercados por diversos estabelecimentos agrícolas.

As amostras de água foram coletadas em diferentes corpos hídricos localizados no IFPE, Campus Barreiros. Para a determinação dos pontos de coleta, foram considerados os parâmetros: topografia, cobertura vegetal e proximidade às instalações do Campus.

As coletas e análises foram realizadas entre os meses de janeiro de 2022 a maio de 2023. A amostragem em cada ponto foi realizada em triplicata e utilizada uma amostra em branco, para verificação de possível contaminação no processo de amostragem. As coletas foram realizadas de acordo com os procedimentos recomendados pela NBR 9898 (ABNT, 1987).

A determinação do pH foi realizada utilizando um pHmetro de bancada (Figura 1A) o oxigênio dissolvido e a condutividade elétrica foram determinados utilizando o multiparâmetro Instrutherm PH 1500 (Figura 1B) equipado com uma sonda para determinar oxigênio dissolvido (Figura 1C) e uma sonda para determinar a condutividade elétrica (Figuras 1D). Para esses dois parâmetros as análises foram realizadas *in loco*.



Figura 3 – Equipamentos utilizados nas análises: pHmetro de bancada (A) Medidor multiparâmetro Instrutherm PH 1500 (B), sonda de oxigênio com sensor de temperatura incorporado (B) e sonda de condutividade (C)

RESULTADOS

Nos pontos A e F nos meses de março e abril de 2022 não tinha vazão para realizar as análises por isso o resultado foi 0 (zero) em todos os parâmetros (Figuras 2, 3 e 4).

Variações dos teores de pH têm impacto direto nas atividades metabólicas de diversas espécies aquáticas (SOUZA, 2023). Na Figura 2 são apresentados os valores para o parâmetro pH. Podemos perceber que apenas o ponto D estava de acordo com valores determinados pela Resolução CONAMA N° 357/05 (BRASIL, 2005). Nos pontos A, B, C, E e F os valores estão inferiores aos padrões mínimos recomendados pela Resolução CONAMA que varia de 6 a 9 de pH.

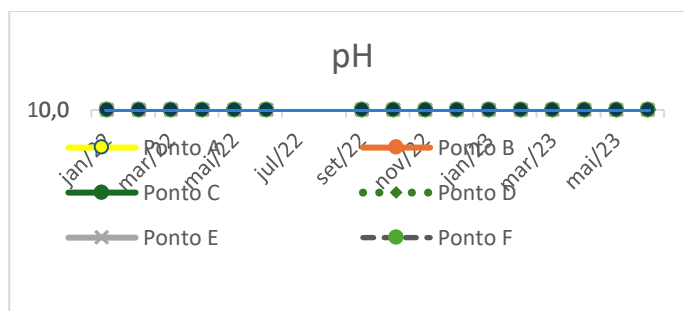


Figura 2 – Valores de pH

Os valores inferiores de pH são influenciados diretamente pela lixiviação da geologia local, sedimentos transportados pelas chuvas e a decomposição da matéria orgânica com formação de ácidos orgânicos (GOMES, 2022)

Os resultados do parâmetro oxigênio dissolvidos são apresentados na figura 3.

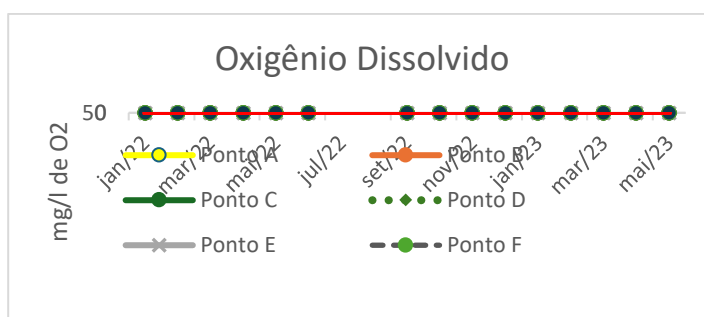


Figura 3 – Valores de oxigênio dissolvido

Existe uma forte relação da concentração de OD com a sazonalidade: no período menos chuvoso (maiores concentrações) em virtude de atividades fotossintéticas, enquanto no período mais chuvoso o escoamento superficial de sedimentos reduz concentração de OD (VARELA et. al, 2020). Neste trabalho, o oxigênio dissolvido apresentou diversas alterações durante o período de estudo, no entanto todos os valores estão em conformidade com a Resolução CONAMA 357/2005 que estabelece um limite superior a 5 mg L⁻¹ de O₂. Embora todos os pontos estejam dentro da legislação, pode-se verificar no mês de maio de 2022 o grande aumento do oxigênio dissolvido.

A condutividade elétrica (Figura 4) apresentou várias alterações, sendo possível observar que os pontos F e G estão com os valores acima do ideal, encontrando-se fora do limite máximo recomendado que é de 100 µS cm⁻¹.

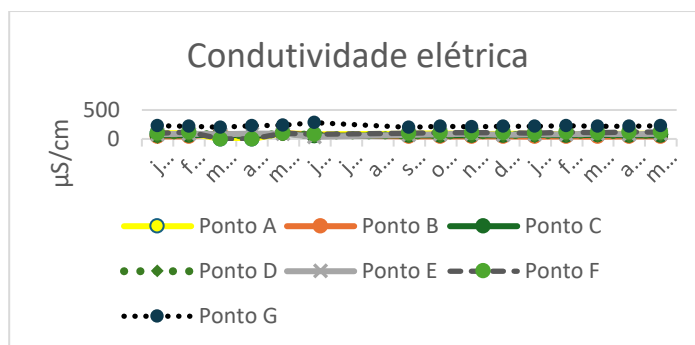


Figura 4 - Valores obtidos de condutividade elétrica

O valor de condutividade elétrica elevado no ponto G pode ter ocorrido por ser tratar de uma fonte de água subterrânea contendo assim, uma quantidade maior de sais que contribuem para uma condutividade elétrica mais elevada. A Resolução CONAMA 357/2005 não define um valor específico para esse parâmetro, no entanto, a CETESB (2017) indica que acima de 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ o ambiente possa estar impactado.

CONCLUSÕES

A avaliação da qualidade da água indicou que os parâmetros, pH, oxigênio dissolvido e condutividade elétrica estão adequados na classe II da resolução CONAMA 357/2005.

Não foram observadas modificações relevantes no padrão de qualidade da água nos pontos amostrados no decorrer das análises, dessa forma podemos concluir que nesta bacia tem pouca interferência antrópica.

De acordo os parâmetros analisados podemos concluir que esses corpos hídricos podem ser destinados ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; à recreação de contato primário, à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, à aquicultura e à atividade de pesca. conforme Resolução CONAMA nº 357/2005.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9897: planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores - procedimento. Rio de Janeiro, 1987. Disponível em: <http://licenciadorambiental.com.br/wpcontent/uploads/2015/01/NBR-9.898-Coleta-de-Amostras.pdf>. Acesso em 13 de abril de 2024.

BRASIL, Resolução CONAMA nº357, de 17 de março de 2005. Classificação de águas, doces, salobras e salinas do Território Nacional. Publicado no D.O.U. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2005/res_conama_357_2005_classificacao_corpos_agua_rtfcd_a_ltrd_res_393_2007_397_2008_410_2009_430_2011.pdf

CETESB -Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Apêndice D -Índices de Qualidade das Águas. 2017. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/>>. Acesso: 18 de abril de 2024.

CUNHA, R.W.; GARCIA JR., M.D.N.; ALBERTONI, E.F.; SILVA, C.P. Qualidade de água de uma lagoa rasa em meio rural no sul do Brasil. *Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental*, v. 17, n. 7, p. 770-779. 2013.

GOUVEIA, R. L., & SELVA, V. S. F. (2021). Gestão para a conservação das águas: o estudo de caso do Riacho Parnamirim (Pernambuco) [Management for water conservation: the case study of Riacho Parnamirim (Pernambuco)]. *Revista Brasileira de Meio Ambiente*, 9(2), 91-108. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5550913>

MASSOUD, M. F. Assessment of water quality along a recreational section of the Damour River in Lebanon using the water quality index. *Environmental Monitoring and Assessment*, v. 184, n. 7, p. 4151-4160, 2012

SOUZA, M. F. (2015). Qualidade da água do canal São Gonçalo-RS/ Brasil - uma avaliação hidroquímica considerando seus usos múltiplos. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, Brasil

SOUZA, W. D. J. Distribuições de parâmetros abióticos nas águas do lago água preta (Belém - PA). Trabalho de Conclusão de Curso. 36p. 2023. Universidade Federal Rural da Amazônia – Belém – PA. Acesso em 18 de abril de 2024.

VARELA, A. W. P.; SOUZA, A. J. N; AVIZ, M. D.; PINFILDI, G. V.; SANTOS, R. M.; SOUSA, P. H. C.; SANTOS, M. L. S. Qualidade da água e índice de estado trófico no rio Guamá, município de Belém (Pará, Brasil). *Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental*, v. 9, n. 4, p. 695-715, out./dez. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.19177/rgsa.v9e42020695-715>.

Área: Instrumentos de Gestão

AVALIAÇÃO DE PROCESSO DO ACIONAMENTO DAS AÇÕES DE RESPOSTA EM LAGOA DE PEDRAS/RN

Gilson de Souza Neto

¹IPP/UFRN, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal-RN, secretaria@ipp.ufrn.br.

Email do autor correspondente: gilson.neto.114@ufrn.edu.br.

RESUMO: Este trabalho aborda os efeitos das mudanças climáticas no município de Lagoa de Pedras, com foco em uma prolongada estiagem e seca. Sendo identificado como os efeitos climáticos têm afetado o município, a partir da modelagem de dados e pesquisas de campo que avaliaram o processo de acionamento de ação de resposta do município diante dos efeitos da estiagem e seca. Com o aumento das temperaturas e uma redução nas chuvas ao longo dos anos, a estiagem e a seca têm afetado diretamente no abastecimento das populações residentes nas áreas afetadas pelos fenômenos, chegando principalmente a gerar uma escassez hídrica na região. Dito isso, este trabalho busca entender os mecanismos utilizados para lidar com a estiagem e seca e através das ações de resposta mediante as plataformas disponíveis por meio da Defesa Civil e também por meios próprios do município, sabendo que a necessidade de medidas de adaptação, incluindo o pleno acesso a água e as políticas de distribuição de água, enfatizando a importância da conscientização e cooperação entre governos municipais, estaduais e federal para enfrentar os desafios da seca e estiagem.

Palavras-chave: Ações de Resposta; Defesa Civil; Pleno Acesso à Água; Seca.

INTRODUÇÃO

A considerável diminuição dos índices pluviométricos, manifestada em estiagens e secas, tem impactado de forma significativa várias regiões do estado do Rio Grande do Norte, conforme os relatórios fornecidos mensalmente pelo Monitor das Secas que nos apresenta a presença de municípios e regiões dentro de zoneamentos com baixos índices de chuvas.

Um órgão gestor de um município precisa estar atento aos seus índices pluviométricos e aos níveis de seus reservatórios, além de acompanhar o monitoramento do Governo Federal das áreas atingidas pelos desastres naturais de estiagem e seca, para saber utilizar as ferramentas disponíveis, assim mitigando os efeitos desses desastres (MONITOR DAS SECAS, 2023).

Dessa forma o órgão da Defesa Civil Municipal, que é designado para entrar em atuação na prevenção de desastres, junto a Prefeitura Municipal deve acionar as ferramentas disponíveis no S2iD para ter acesso às medidas governamentais de mitigação de desastres (MONITOR DAS SECAS, 2023).

Ao ser analisado o Monitor das Secas, foi identificado que um dos municípios da Região Geográfica Imediata de Santo Antônio, Passa e Fica, e Nova Cruz, que constam dentro das delimitações do fenômeno da Seca, é possível observar que pelo período de três meses seguidos,

não se obteve o reconhecimento vigente de emergência por seca ou estiagem para acionamento de ação de resposta, sendo este o município de Lagoa de Pedras-RN (MONITOR DAS SECAS, 2023).

Assim sendo motivador entender a problemática em questão por meio de análise das ações de resposta adotadas pelos órgãos responsáveis diante dos desastres naturais de estiagens e secas no município de Lagoa de Pedras-RN, considerando fatores como a proteção da população, a redução dos impactos socioeconômicos e ambientais, e a promoção da resiliência da comunidade afetada.

O trabalho visou trazer uma contribuição para o tema que não teve ainda uma abordagem sobre o entendimento da realidade do processo de acionamento de ação de resposta, partindo da ótica da gestão municipal que fica na base da atuação da Defesa Civil, diante de desastres naturais relacionados com a intensa redução das precipitações hídricas. Com o objetivo de analisar o processo de acionamento das ações de resposta aos desastres naturais relacionados com a intensa redução das precipitações hídricas (estiagem e seca) e seus desdobramentos no município de Lagoa de Pedras-RN.

METODOLOGIA

Houve uma visita *in loco* ao município de Lagoa de Pedras-RN, com intuito de fazer uma pesquisa documental ao acervo de documentos da Prefeitura Municipal, e ao órgão responsável por atuar na linha de ação de destinações dos recursos hídricos na cidade. Nesse intuito, tentando entender por meio de documentos e da entrevista exploratória, de como se dá o processo de acionamento das ações de resposta que visa o abastecimento de regiões afetadas pelos desastres naturais de estiagem/seca, visto que o município se localiza em uma área de zonamento de estiagem/seca, conforme consta no Monitor das Secas. Além de ter sido realizada uma entrevista com a Defesa Civil Estadual para entender o funcionamento e relacionamento com a Defesa Civil Municipal. A avaliação analisou esse processo partindo da relação da Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil com as Defesas Civil Estadual e Nacional, diante das comunicações necessárias para implementação das ações de resposta diante de desastres naturais de estiagem e seca. Seguindo adiante, foi adotado o critério da eficácia, que consiste em dimensionar se foram alcançados os objetivos e metas necessários para o acionamento adequado das ações de resposta, conforme afirma Costa e Castanhar (2003). A qualificação no que se refere ao tipo de avaliação, exclusivo ao que se diz respeito ao momento, qualifica-se como *in itinere*, tendo em conta que será realizada durante a execução da ação de resposta ao desastre, de acordo exposto por Ramos e Schabbach (2012).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos no desenvolvimento deste trabalho foram elaborados através de indicadores relacionado ao instrumento de gestão da política em questão para que fosse compreendido a eficácia do acionamento das ações de resposta ao desastre de seca e estiagem no município de Lagoa de Pedras-RN, no período que foi avaliado.

Quadro 1 – Resultados da avaliação de processo

INDICADOR	RESULTADO
Funcionamento da Defesa Civil	Existência de legislação criando o órgão, além de portaria nomeando os responsáveis pelas funções dos órgãos, que está no ano de 2023 em plena atividade.
Disponibilidade de servidores em quantidade suficiente para Gerenciamento de Riscos de Desastres de Estiagem e Secas	Existência de quadro de pessoal a disposição do órgão suficiente para o desempenho das funções
Capacitação do quadro técnico	Ausência da realização periódica de cursos de capacitação promovidos pela Prefeitura Municipal acerca do tema
Processo de Acionamento de Resposta	Ausência da realização de solicitação de processo de acionamento de resposta aos desastres naturais de estiagem e seca.
Protocolo de Mitigação	Ausência de protocolos definidos para lidar com as situações de desastre natural de seca
Mapeamento de Áreas Afetadas	Ausência de mecanismos de identificação e classificação do desastre para que haja o acionamento via ação de resposta.
Procedimentos e Ferramentas da Gestão Municipal	Existem procedimentos operacionais e ferramentas utilizadas para gestão municipal para lidar com as situações de estiagens e secas intensas.
Ações Específicas de Gestão	O município tem feito ações específicas para atuar nas necessidades causadas pelos efeitos da seca.
Políticas públicas e Medidas da Defesa Civil	Ausência de medidas tomadas pela Defesa Civil que não vem acionando as medidas disponíveis no S2iD. Medidas tomadas apenas por outros órgãos municipais em conjunto na mitigação dos efeitos da seca.
Eficácia das Ações de Resposta	É verificado que a Defesa Civil não tem sido eficaz na mitigação dos danos causados pelo desastre, na ausência de relatórios, enquanto a Prefeitura no quesito mitigação dos danos, também

	não consegue ser eficaz por não dar conta da demanda. .
Avaliação das Ações de Resposta	Ausência de parâmetros de avaliação das ações de resposta ao desastre de seca.
Recomendações e Estratégias	Ausência da decretação de situação de emergência para solicitar o acionamento de ações de respostas mediante o S2iD junto a Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil, deixando o município de ganhar reforços na mitigação dos danos do desastre.

Fonte: Elaboração pelo Autor (2023)

CONCLUSÕES

Com base no que foi definido como objeto deste trabalho, as seguintes considerações devem ser explicitadas: Em princípio o fato do município de Lagoa de Pedras não ter utilizado sua estrutura de Defesa Civil Municipal para acionar os mecanismos de mitigação aos danos de desastres, constituindo a possibilidade de ajuda governamental federação através de ações de resposta, foi uma atitude negligente ao ponto de gerar mais despesas ao município por meio da necessidade de ampliar uma operação carro pipa municipal que no momento desta avaliação se mostrou não suficiente para atender a demanda dos munícipes. O município também não possui protocolos de definição da identificação e classificação dos desastres, como também não possui parâmetros para entender se está havendo eficácia nas ações governamentais.

Por fim, fica constatado nos resultados obtidos na avaliação de processo que é necessário haver uma melhor articulação para entender melhor o processo de acionamento da ação de resposta, necessitando de cargo específico de coordenador a disposição do quadro da Prefeitura. Com esse coordenador na função e com melhor entrosamento dentro das necessidades exigidas para gerir a pasta da Defesa Civil Municipal, será possível buscar por recurso federais para que possibilite a inclusão do município no atendimento da Operação Carro Pipa Federal, suprimindo a necessidade da ampliação dos atendimentos, além de trazer o acesso à água aos munícipes atingidos pelos desastres naturais de seca e estiagem mitigando seus efeitos, e por outro lado aumentando a eficácia das ações dessa pasta e melhor zelo com os gastos públicos do município.

REFERÊNCIAS

ANA. Monitor de Secas, 2023. Disponível em: <https://monitordesecas.ana.gov.br/mapa?mes=6&ano=2023>. Acesso em: 10. jun. de 2023.

COSTA, Frederico L. da; CASTANHAR, José C. Avaliação de programas públicos: desafios conceituais e metodológicos. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, v. 37, n. 5, p. 969-992, set./out. 2003. Disponível em: <https://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/rap/article/view/6509>. Acesso em: 15. jul. de 2023.

EXÉRCITO BRASILEIRO. Programa Emergencial de Distribuição de Água Potável no Semiárido Brasileiro. Portal da Operação Carro Pipa, 2013. Disponível em: <http://sedec.5cta.eb.mil.br/>. Acesso em: 18. jul. de 2023.

RAMOS, Marília; SCHABBACH, Letícia. O estado da arte da avaliação de políticas públicas: conceituação e exemplos de avaliação no Brasil. Rev. Adm. Pública — Rio de Janeiro 46(5):1271-294, set./out. 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rap/a/bPM5xsjhwWgL54mdx3R7cnP/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 15. jul. de 2023.

Área: Gestão Integrada de Recursos Hídricos

AValiação DO NÍVEL DE IMPORTÂNCIA DE BENS E SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS NA PAISAGEM SEMIÁRIDA DE RESERVATÓRIOS

Maria Eduarda Cardoso de Andrade¹; Livia Maria Osório de Sousa ²; Lucianna Marques Rocha Ferreira³;
José Etham de Lucena Barbosa⁴; Joseline Molozzi⁵

¹ Departamento de Biologia, Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, Rua Baraúnas, 351, Universitário, Campina Grande, PB, CEP: 58429-500, Brasil. e maria.eduarda.andrade@aluno.uepb.edu.br; ethambarbosa@servidor.uepb.edu.br; e jmolozzi@gmail.com.

² Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação, Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, Rua Baraúnas, 351, Universitário, Campina Grande, PB, CEP: 58429-500, Brasil. E-mails: liviaosorio.tn@gmail.com; e lucianna.mrf@gmail.com.

RESUMO: Os reservatórios desempenham papel crucial na sociedade, proporcionando ampla variedade de bens e serviços ecossistêmicos (BSE). Os BSE incluem o fornecimento de água para o consumo humano e animal, sustentar atividades de pesca, manter o equilíbrio do ecossistema e contribuir para a beleza ambiental e as oportunidades turísticas. BSE representam os benefícios socioeconômicos da paisagem percebidos e valorizados pela sociedade. O objetivo deste estudo é avaliar o valor dos BSE em paisagens de reservatórios no semiárido da Paraíba, utilizando como base o nível de importância atribuído pela população ribeirinha. A pesquisa foi conduzida em quatro reservatórios na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba: Poções, Camalaú, Argemiro de Figueiredo e Epitácio Pessoa que recebem água da transposição do Rio São Francisco. Utilizou-se o método de mapeamento participativo com a comunidade ribeirinha, de modo que foram entrevistados moradores que vivem até 200 metros do reservatório. Os resultados indicam que os BSE relacionados ao abastecimento de água são os mais valorizados pela população, refletindo uma alta importância atribuída aos serviços de provisão. Estudos desse tipo são essenciais para compreender a percepção comunitária dos BSE oferecidos pelos reservatórios na região semiárida, podendo ser incorporado na gestão ambiental.

Palavras-chave: Percepção social; Serviços de provisão; Valoração.

INTRODUÇÃO

Os reservatórios são de grande importância para a sociedade humana, pois oferecem uma gama de bens e serviços ecossistêmicos (BSE), como o abastecimento para a dessedentação animal e humana, pesca e suporte ecossistêmico, além da estética ambiental e turismo (OLIVEIRA et al., 2016). Devido às condições climáticas, a região semiárida tende a intensificar episódios de escassez hídrica. Assim a conservação desses ecossistemas é fundamental para mitigar esse problema (BARBOSA et al., 2012).

Entende-se por BSE os benefícios socioeconômicos que a paisagem pode oferecer às pessoas (LA NOTTE et al., 2017). Esses variados BSE ofertados pelos ecossistemas foram divididos e classificados em três seções pela *Common International Classification of Ecosystem Services* (CICES): serviços de provisão (ex.: água e alimento); serviços de regulação e manutenção (atuam na regulação e manutenção dos ecossistemas); e serviços culturais (ex.:

turismo, lazer e ritos religiosos) (HAINES-YOUNG & POTSCHIN, 2018).

Os BSE são percebidos e valorizados de diferentes formas pela sociedade (OLIVEIRA et al., 2016), estando a funcionalidade da paisagem do reservatório intrinsecamente ligada a eles. Assim, a avaliação dos BSE oferta informações valiosas sobre o nível de consciência da população com relação à importância dessas funções ecossistêmicas (FU et al., 2016).

A valoração dos BSE consiste na análise com base na percepção das pessoas acerca dos benefícios que são oferecidos pelos ecossistemas, atribuindo-lhes um valor. Em contrapartida, a precificação significa expressar o valor dos BSE em unidades monetárias e atribuir um valor monetário é uma medida que pode ajudar na implantação de políticas de conservação (GROOT et al., 2012; CHEE-YOUNG, 2004). Esse estudo tem como objetivo valorar os BSE em paisagens de reservatórios no semiárido da Paraíba, com base no nível de importância atribuído pela população ribeirinha.

METODOLOGIA

O estudo foi realizado em quatro reservatórios que recebem água da transposição inter-bacia do Rio São Francisco e estão localizados na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba: Poções, Camalaú, Argemiro de Figueiredo e Eptácio Pessoa. O estudo, conduzido em 2022, envolveu residentes que vivem a uma distância máxima de 200 metros do reservatório e que eram maiores de 18 anos, tendo a participação de 111 pessoas (17 em Argemiro de Figueiredo, 27 em Camalaú, 37 em Eptácio Pessoa, e 30 em Poções). Utilizando o método de mapeamento participativo, os membros da comunidade ribeirinha foram convidados a marcar e identificar os BSE presentes na paisagem do reservatório em um mapa de dimensão A4, atribuindo a cada um deles um nível de importância variando entre muito baixo (MB), baixo (B), médio (M), alto (A) e muito alto (MA). Essa abordagem permitiu a identificação do conhecimento individual e contextual dos participantes dentro da área geográfica em questão (WOLFF et al., 2015).

Os BSE foram classificados conforme a versão 5.1 da *The Common Classification of Ecosystem Services* (CICES). O CICES é dividido em cinco níveis: seção, divisão, grupo, classe e tipo de classe. Este estudo analisou os BSE com base nas seções e classes. Os BSE foram agrupados em três seções: provisão, regulação e manutenção, e cultural. As classes incluem exemplos como água de superfície para uso nutricional, plantas cultivadas para alimentação e animais aquáticos para consumo. A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), parecer número 5.053.838.

Realizou-se análise descritiva do número de classes de BSE por seção e por nível de importância dos BSE percebidos pela comunidade para cada reservatório. Dessa forma foram analisados os dados absolutos (número total de BSE por seção de BSE; e número total de BSE

por nível de importância para cada reservatório avaliado) e relativos (percentagem). Por exemplo, para cada reservatório registrou-se a razão do número de BSE percebido pelo conjunto de entrevistados para cada categoria de nível de importância e o número de BSE total multiplicado por 100. O mesmo procedimento foi realizado para verificar os valores relativos do número total de BSE por seção.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No total foram identificados 21 BSE; sendo que “água para os animais beberem”, “água para consumo de casa”, “pesca” e “plantações” foram os BSE mais citados pelos entrevistados, sendo os BSE relacionados à oferta de água os mais valorizados pela população. Os serviços de provisão foram os mais apontados em todos os reservatórios, conforme Figura 1, e com maior nível de importância apontado pela população por reservatório de acordo com a Figura 2.

Os reservatórios Camalaú (MA= 58%, A= 18%), Eptácio Pessoa (A= 62%) e Poções (MA=67%) os que mais citaram os serviços de provisão com nível de importância, como registrado na Figura 2. Os serviços culturais também foram citados com níveis de importância A e MA, destacando os reservatórios Argemiro de Figueiredo (MA=18%), Eptácio Pessoa (A=10%) e Poções (MA=14%), de acordo com a Figura 2. A região semiárida possui períodos de seca extrema, a alta valorização das pessoas pelos serviços de provisão indica uma dependência que a comunidade tem dos reservatórios para suprir as suas necessidades básicas diárias, como o acesso à água potável e obtenção de alimento (MARENGO et al., 2011; BARBOSA et al., 2012; OLIVEIRA et al., 2015).

Figura 1. Percentual de citações em função das seções de BSE por reservatório estudado

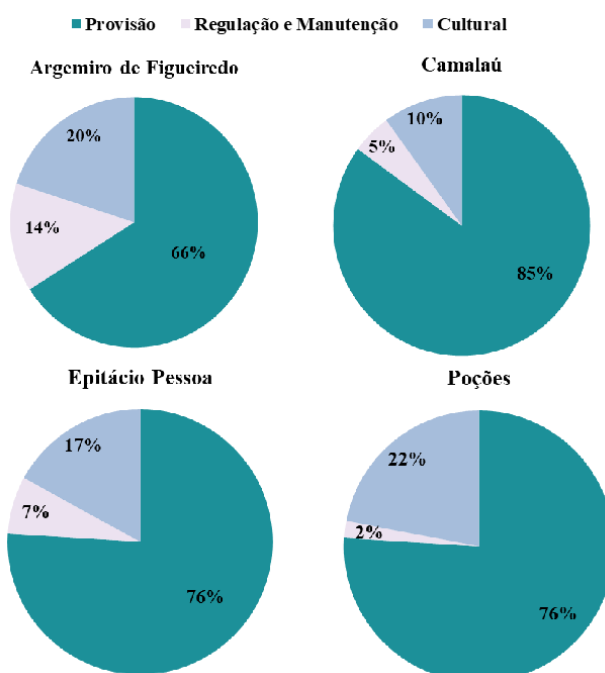
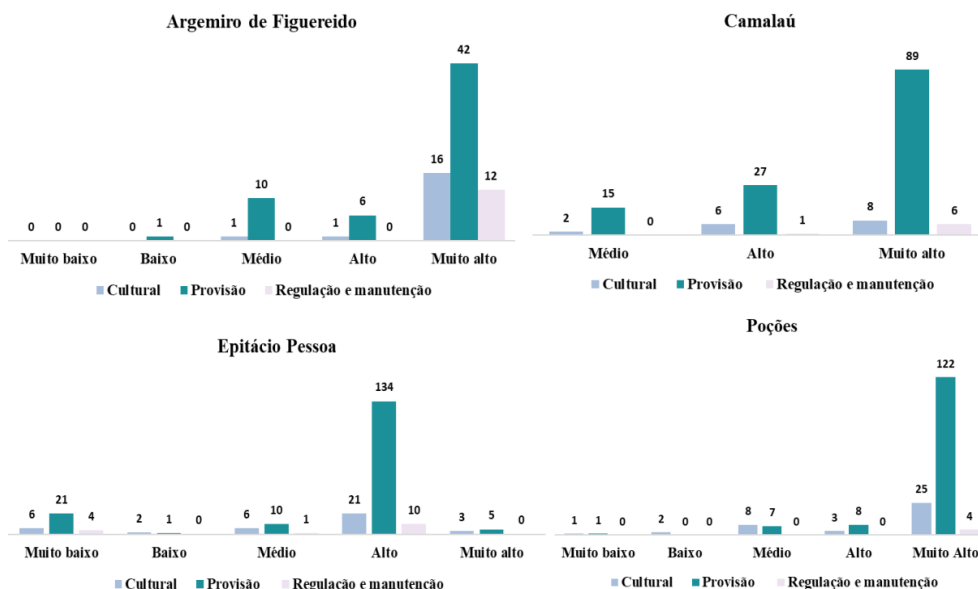


Figura 2. Número de citações por nível de importância em função das seções de BSE por reservatório estudado



CONCLUSÕES

Os serviços mais valorados pela população são os serviços de provisão, relacionados ao fornecimento de água. Os reservatórios são de extrema importância para a região semiárida e oferecem BSE essenciais para suprir as necessidades básicas da população. Estudos como este são de grande relevância para a compreensão da percepção da comunidade acerca dos serviços ofertados pela paisagem dos reservatórios e suas funcionalidades, sendo assim, uma ferramenta valiosa para a implantação de planos de gestão ambiental e medidas de conservação desses ecossistemas.

REFERÊNCIAS

- 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, 4 set. 2012.
- CHEE, Yung En. An ecological perspective on the valuation of ecosystem services. *Biological Conservation*, v. 120, n. 4, p. 549-565, 2004. ISSN 0006-3207. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2004.03.028>>.
- FU, Bolin et al. Evaluation of ecosystem service value of riparian zone using land use data from 1986 to 2012. *Ecological indicators*, v. 69, p. 873-881, 2016.
- HAINES-YOUNG, Roy; POTSCHEIN-YOUNG, Marion. Revision of the common international classification for ecosystem services (CICES V5. 1): a policy brief. *One Ecosystem*, v. 3, p. e27108, 2018.

LA NOTTE, Alessandra et al. Ecosystem services classification: A systems ecology perspective of the cascade framework. *Ecological indicators*, v. 74, p. 392-402, 2017.

MARENGO, José A. et al. Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro. *Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas*, v. 1, p. 385-422, 2011.

OLIVEIRA, A. M. et al. Analysis of ecosystem services in the region reservoirs semiarid Northeast Brazil. *REGNE*, v. 2, n. especial. 2016.

OLIVEIRA, A. M. et al. Ecosystem services provided by reservoirs in Brazil's semi-arid region. *Revista do CERES*, v. 1, n. 2, 2015.

WOLFF, Schulp; SCHULP, C. J. E.; VERBURG, P. H. Mapping ecosystem services demand: A review of current research and future perspectives. *Ecological Indicators*, v. 55, p. 159-171, 2015.

DE GROOT, R. et al. Global estimates of the value of ecosystems and their services in monetary units. *Ecosystem Services*, v. 1, n. 1, p. 50-61, 2012.

Área: Monitoramento e Avaliação da Qualidade da Água.

AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA TRATADA DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO E ÁGUA MINERAL COMERCIALIZADAS

Leila Maria Simplicio Rodrigues¹; Raphael Fernandes Lessa Lins¹; Ilza Maria do
Nascimento Brasileiro¹; Marta Maiara dos Santos Melo¹

¹Unidade Acadêmica de Tecnologia (UATEC), Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido (CDSA), Rua Luiz Grande, s/nº - Frei Damião, Sumé-PB, CEP 58540-000, Brasil.

E-mail do autor correspondente: leila.maria@estudante.ufcg.edu.br

RESUMO: A água para consumo humano precisa seguir determinados padrões físico- químicos de potabilidade. O objetivo deste trabalho foi analisar parâmetros como: o pH, CE, STD e turbidez da água em cinco pontos de coleta de abastecimento público (torneira residencial, torneira de uma instituição pública, caixa d'água 1, bebedouro e caixa d'água 2 de uma instituição pública) amostras de 1 a 5, e três marcas diferentes de água mineral (6 a 8). Os parâmetros analisados foram realizados por meio de uma sonda de qualidade de água Hanna HI9829. Os padrões de potabilidade seguiram critérios do CONAMA e Ministério da Saúde. Apenas o pH das amostras 1 e 2 se mostraram abaixo do VMP, 1 a 5 com média 5,79 e 6 a 8 com média de 6,41. Para CE os valores médios foram 54,7 $\mu\text{S.cm}^{-1}$ (água mineral) e 215,8 $\mu\text{S.cm}^{-1}$ (abastecimento público). Para STD houve diferença média de 80,3 mg.L^{-1} entre os dois tipos. Para turbidez a água mineral teve média de 0,8 NTU e para as amostras de águas tratadas foram obtidos médias de 2,7 NTU. As amostras analisadas, em relação às análises físico-químicas de acordo com a resolução CONAMA e Ministério da Saúde, mostram-se apropriadas para o consumo humano.

Palavras-chave: Água de torneira; Sonda de qualidade de água; Água comercializada.

INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural de extrema importância para os seres vivos e o planeta como um todo, pois é uma fonte valiosa que contém nutrientes essenciais para os seres vivos. Água potável é a água adequada para o consumo humano. Porém, aproximadamente 2,2 bilhões de pessoas da população mundial não possuem acesso à água potável de qualidade (ONU, 2021).

Para garantir que a água esteja segura para o consumo e promova o bem-estar, são estabelecidos padrões para parâmetros físico-químicos (cor, turbidez, condutividade, elétrica, temperatura etc.) e métodos microbiológicos (coliformes totais, termotolerantes, bactérias mesófilas aeróbias etc.), que devem ser obedecidos (SOUZA, 2023). Esses padrões são estabelecidos por órgãos como o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) e o

Ministério da Saúde (MS).

Portanto, o objetivo deste estudo foi analisar o pH, a condutividade elétrica, os sólidos totais dissolvidos e a turbidez da água em cinco pontos de coleta de abastecimento público (torneira residencial, torneira de uma instituição pública, caixa d'água 1, bebedouro e caixa d'água 2 da mesma instituição pública), e três águas minerais de marcas diferentes comercializadas em supermercado.

METODOLOGIA

A pesquisa foi conduzida no Laboratório de Qualidade de Água da Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido (CDSA). As coletas de amostras de água 1, 2, 3, 4 e 5 foram realizadas em 15 de março de 2024 e as amostras 6, 7 e 8 no dia 26 de abril de 2024 em supermercados, totalizando em 8 amostras coletadas. Os tipos de águas estudadas são a água tratada do sistema de abastecimento público e água mineral comercializadas. A amostra 1 foi coletada da torneira de uma residência localizada no centro da cidade, a amostra 2 foi retirada da torneira de uma instituição pública, as amostras 3 e 5 correspondem a água armazenada em caixa d'água da instituição, a amostra 4 do bebedouro da instituição, as amostras 6, 7 e 8 representam três diferentes tipos de águas minerais comercializadas em supermercados.

Tabela 1. Valores padrões para os parâmetros físico-químicos da água (acondicionada à temperatura ambiente).

Parâmetro	Valor Máximo Permitido (VMP)
pH	6,0 - 9,0
CE	2500 $\mu\text{S}.\text{cm}^{-1}$
STD	500 $\text{mg}.\text{L}^{-1}$
Turbidez	5 NTU

Fonte: Resolução CONAMA nº 357/2005 (BRASIL, 2005), Portaria do Ministério da Saúde nº 2914/2011 (BRASIL, 2011), Portaria nº 888/2021 (BRASIL, 2021).

Para a análise utilizou-se frascos PET previamente higienizados. Os parâmetros físico-químicos analisados, nesse estudo, foram: pH, condutividade elétrica - CE ($\mu\text{S}.\text{cm}^{-1}$), sólidos totais dissolvidos - STD ($\text{mg}.\text{L}^{-1}$), turbidez (NTU). Foram analisados por meio do equipamento sonda de qualidade de água Hanna HI9829.

A avaliação para verificar se os valores paramétricos, foram atendidos baseando-se principalmente nas diretrizes estabelecidas pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (BRASIL, 2005), Portaria do Ministério da Saúde nº 2914/2011 (BRASIL, 2011), Portaria de Consolidação nº 5/2017 (BRASIL, 2017) e Portaria nº 888/2021 (BRASIL, 2021), que alterou anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5/2017, conforme mostrado na Tabela 1.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O potencial hidrogeniônico (pH) é um indicador que representa a acidez, neutralidade ou alcalinidade de uma solução com base na concentração de íons hidrogênio. Embora não apresente riscos à saúde, a água ideal é aquela mais próxima do pH neutro (IBBL, 2020). As amostras 1 e 2 (Tabela 2) estão fora do padrão estabelecido, conforme a Tabela 1, enquanto as amostras 3, 4, 5, 6, 7 e 8 estão dentro do valor máximo permitido (VMP). As amostras do sistema de abastecimento público (amostras 1 a 5) com média de pH 5,79 e as amostras de água mineral (6 a 8) com valor médio de pH 6,41.

A condutividade elétrica (CE) é influenciada diretamente pela presença de íons na água. Sendo assim, quanto maior a concentração de eletrólitos, maior a condutividade elétrica (LAGES, et al., 2022). Todas as amostras estão dentro do VMP conforme os valores da Tabela 2 e o padrão (Tabela 1). As amostras referentes aos tipos de água mineral com valor médio de condutividade elétrica $54,7 \mu\text{S}.\text{cm}^{-1}$ se mostraram com valores menores em comparação as amostras do sistema de abastecimento público com valor médio de $215,8 \mu\text{S}.\text{cm}^{-1}$.

Tabela 2. Resultados obtidos para os parâmetros físico-químicos das águas analisadas.

Parâmetros	Amostras							
	1	2	3	4	5	6	7	8
pH	4,03	5,45	6,27	6,43	6,78	6,42	6,41	6,39
CE ($\mu\text{S}.\text{cm}^{-1}$)	374	207	177	154	167	58	65	41
STD ($\text{mg}.\text{L}^{-1}$)	187	103	89	77	84	29	33	21
Turbidez (NTU)	3,3	0,9	3,0	2,8	3,5	0,0	2,5	0,0

Os sólidos totais dissolvidos (STD) indicam as substâncias sólidas que se encontram dissolvidas na água, incluindo minerais e sais (FELIPPE & NETO, 2019). Todas as amostras se mostraram abaixo do VMP de $500 \text{ mg}.\text{L}^{-1}$. A amostra 1 foi a que se observou maior valor de $187 \text{ mg}.\text{L}^{-1}$ (Tabela 2). Em geral as amostras 1, 2, 3, 4 e 5 tiveram média de $108 \text{ mg}.\text{L}^{-1}$, enquanto as amostras 6, 7 e 8 obtiveram média de $27,7 \text{ mg}.\text{L}^{-1}$. Dessa forma a diferença média das águas do sistema de abastecimento público e águas minerais foi de $80,3 \text{ mg}.\text{L}^{-1}$.

A turbidez é uma medida que indica a quantidade de partículas suspensas na água. Dessa forma, a turbidez mostra a dispersão da luz na água (SOUZA, 2023). Portanto, por meio da turbidez, é possível determinar o grau de transparência da água, avaliando sua qualidade e a presença de impurezas. Os maiores valores foram das amostras 5 e 3 (água do sistema de abastecimento público), conforme a Tabela 2. Em geral, as amostras de água mineral se mostram com menores valores com média de $0,8 \text{ NTU}$ e as demais amostras com média de $2,7$. Conforme o padrão estabelecido (Tabela 1) todas as amostras estão dentro do padrão de 5 NTU .

CONCLUSÕES

Os resultados das análises físico-químicas de pH, STD, CE e turbidez para as amostras coletadas do sistema de abastecimento público como as amostras dos três tipos de água mineral estão em conformidade com a Resolução CONAMA n° 357/2005 (BRASIL, 2005), Portaria do Ministério da Saúde n° 2914/2011 (BRASIL, 2011), Portaria n° 888/2021 (BRASIL, 2021), exceto o pH das amostras 1 e 2 que se mostrou abaixo do padrão, porém o pH não conclui mal à saúde humana. Dessa forma, com os dados dos parâmetros analisados as amostras se mostram apropriadas para o consumo humano.

Embora os parâmetros físico-químicos forneçam informações a serem consideradas sobre a composição da água, eles não são o fator decisivo para garantir sua adequação ao consumo humano. Dessa forma, é fundamental a análise microbiológica, da qual considera a presença de microrganismos patogênicos que podem representar riscos à saúde. Assim, permitindo uma avaliação mais abrangente e precisa da qualidade da água em termos de segurança para o consumo humano.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria de Consolidação n.º 5, de 28 de setembro de 2017. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. Diário Oficial da União, Brasília, 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria GM/MS n.º 888, de 04 de maio de 2021. Altera o anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS n. 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, ano 159, n. 85, p. 126 - 137, 07 mai. 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria n.º 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da União, Brasília, 14 de dezembro de 2011.

BRASIL. Resolução CONAMA n.º 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 18 de março de 2005.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº430. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 16 mai. 2011.

FELIPPE, M. F., NETO, J. O. A. Comparação de Técnicas de Obtenção de Sólidos Totais Dissolvidos nas Águas: Contribuição para os Estudos de Desnudação Geoquímica. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 20, nº 1 (2019).

IBBL. Newsletter mensal da IBBL Edição Especialista em Água Fevereiro, 2020. Disponível em: <http://ccdm.ufscar.br/wp-content/uploads/2020/08/Newsletter-IBBL-1.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2024.

LAGES, A. da S. et al. Parâmetros físicos (temperatura, condutividade elétrica e turbidez) na avaliação de corpos de água impactados na área urbana da cidade de Manaus, AM. Brazilian Journal of Development, Curitiba, v.8, n.11, p. 71776-71785, nov., 2022.

ONU. Organização das Nações Unidas. (2021). A mudança climática é um fator que está aumentando a complexidade da gestão da água. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/mudanca-climatica-e-um-fator-que-esta-aumentando-a-complexidade-da-gestao-da-agua/> Acesso em: 2 mai. 2024.

SOUZA, C. W. D. et al. Análise do pH, Condutividade Elétrica e Turbidez de Diferentes Amostras de Água. Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v1,2023/01 ISSN 2178-6925.

Área: Monitoramento e Avaliação da Qualidade da Água / Promoção da Saúde e Saneamento Básico

AVALIAÇÃO QUALI-QUANTITATIVA DOS DADOS DE BALNEABILIDADE DAS PRAIAS DE JOÃO PESSOA-PB ENTRE 2020 E 2022

Fabírcia Bruna Araújo Alves¹; Andrielle de Sousa Silva Sabino²; Mirella L. Motta e Costa³

^{1,2}Técnicas em Controle Ambiental, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFPB), Campus João Pessoa, Av. Primeiro de Maio, Jaguaribe, João Pessoa-PB, fabricia.bruna@academico.ifpb.edu.br, sousa.sabino@academico.ifpb.edu.br

³Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFPB), Campus João Pessoa, Av. Primeiro de Maio, Jaguaribe, João Pessoa-PB, mirella.costa@ifpb.edu.br

E-mail do autor correspondente: fabricia.bruna@academico.ifpb.edu.br

RESUMO: O indicador de balneabilidade é a avaliação da qualidade das águas destinadas à recreação de contato primário, em que se realiza contato direto e prolongado com a água, existindo possibilidade de ingestão. Neste trabalho, objetiva-se analisar os dados de balneabilidade das praias da cidade de João Pessoa, buscando identificar as causas que as tornam impróprias. Os dados foram solicitados à SUDEMA, do período de 2020 a 2022. Foram realizadas análises dos dados quantitativos (valores de coliformes termotolerantes) e qualitativos (classificação da balneabilidade) das 10 praias (20 trechos) da cidade de João Pessoa. Como resultados, observou-se que apenas as praias de Barra do Gramame e Caribessa não apresentaram nenhuma classificação *imprópria* durante o período observado. A praia do Arraial foi a que mais permaneceu com classificação *imprópria* (93% em 2020, 86,5% em 2021 e 78,8% em 2022), seguida por alguns trechos das praias do Cabo Branco e Manaíra. As principais causas são os lançamentos clandestinos de esgotos e o lançamento do efluente da ETE Mangabeira no rio Cuiá. Como recomendações sugere-se a melhoria dos serviços de coleta e tratamento de esgotos, identificação e ajustes de lançamentos clandestinos de esgotos e indicações de balneabilidade das praias para a população.

Palavras-chave: Águas balneares; Gestão ambiental costeira; Qualidade de água de praias.

INTRODUÇÃO

A balneabilidade é a avaliação da qualidade das águas destinadas à recreação de contato primário (atividades de contato direto e prolongado com a água, onde existe possibilidade de ingestão). É necessário o estabelecimento de critérios objetivos, baseados em indicadores monitorados e seus valores confrontados com padrões pré-estabelecidos, para que se possa identificar se determinado local está adequado ou não ao banho.

Considerando que a saúde e o bem-estar humano podem ser afetados pelas condições de balneabilidade, a Resolução CONAMA nº. 274/2000 estabelece critérios técnicos para a avaliação da balneabilidade das praias brasileiras e é a norma padrão para o trabalho desenvolvido pela Superintendência de Administração do Meio Ambiente (SUDEMA, 2022), órgão ambiental do Estado da Paraíba.

As águas se classificam em excelente, muito boa e satisfatória, quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas de análises anteriores, tenham os resultados apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Classificação das águas segundo a balneabilidade

Categoria	Coliformes termotolerantes	Escherichia coli	Enterococos
Excelente	Máximo de 250 em 100 mL	Máximo de 200 em 100 mL	Máximo de 25 em 100 mL
Muito boa	Máximo de 500 em 100 mL	Máximo de 400 em 100 mL	Máximo de 50 em 100 mL
Satisfatória	Máximo de 1.000 em 100 mL	Máximo de 800 em 100 mL	Máximo de 100 em 100 mL

Fonte: Adaptado de CONAMA (2000).

Por outro lado, as águas serão consideradas impróprias quando no trecho avaliado, for verificada uma das seguintes ocorrências: a) não atendimento aos critérios estabelecidos para as águas próprias; b) valor obtido na última amostragem for superior a 2500 coliformes termotolerantes ou 2000 E. coli ou 400 enterococos por 100 mL; c) incidência elevada ou anormal, na região, de enfermidades transmissíveis por via hídrica, indicada pelas autoridades sanitárias; d) presença de resíduos ou despejos, sólidos ou líquidos, inclusive esgotos sanitários, óleos, graxas e outras substâncias, capazes de oferecer riscos à saúde ou tornar desagradável a recreação; e) pH < 6,0 ou pH > 9,0 (águas doces), à exceção das condições naturais; f) floração de algas ou outros organismos, até que se comprove que não oferecem riscos à saúde humana; g) outros fatores que contra indiquem, temporária ou permanentemente, o exercício da recreação de contato primário (CONAMA, 2000).

Diante do exposto, este artigo objetiva analisar os dados de balneabilidade das praias da cidade de João Pessoa-PB, no período de 2020 a 2022, buscando identificar as causas que as tornam impróprias.

MATERIAIS E MÉTODOS

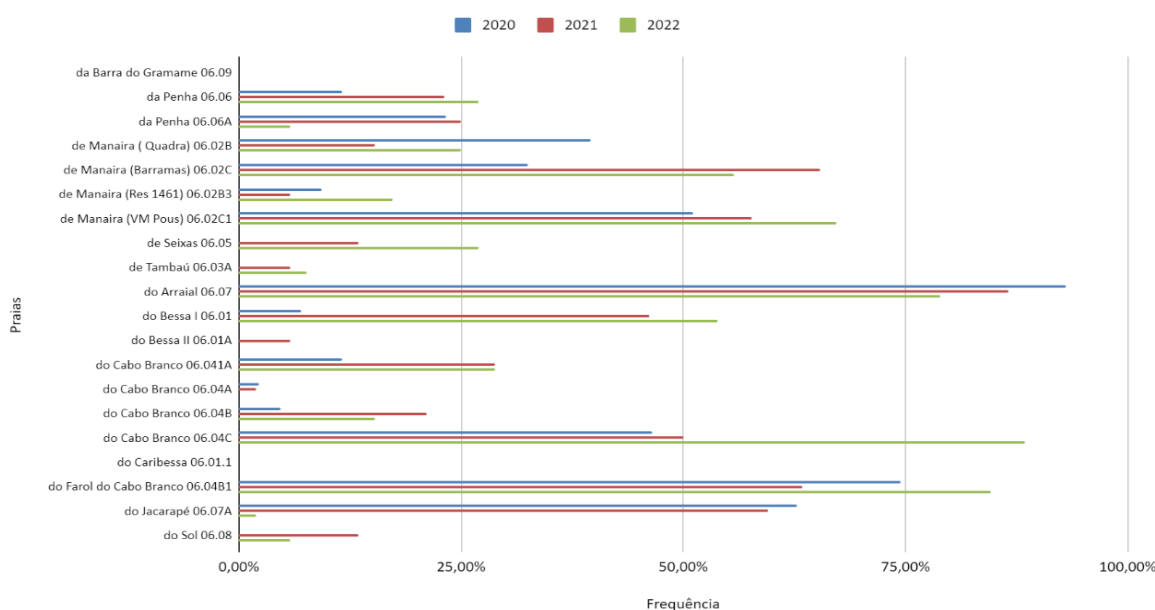
Os dados referentes à balneabilidade das praias da cidade de João Pessoa, dos anos de 2020 a 2022 foram solicitados à Superintendência de Administração do Meio Ambiente (SUDEMA) por meio de processo administrativo. Foram fornecidos os dados quantitativos (valores de coliformes termotolerantes) e qualitativos (classificação) da balneabilidade de 10 praias (20 trechos) da cidade de João Pessoa-PB.

Para identificação da frequência com que as praias estiveram impróprias no período analisado (2020 a 2022) foram realizadas análises para os dados quantitativos e qualitativos. Para os dados qualitativos foi utilizado o método estatístico de distribuição de frequência e para a análise dos dados quantitativos foi realizada a construção de gráficos *blox-plot*, sendo possível observar a dispersão dos dados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da frequência em que as praias analisadas estiveram impróprias está apresentada na Figura 1. É possível verificar que as praias de Barra do Gramame 06.09 e Caribessa 06.01.1 não apresentaram nenhuma classificação *imprópria* durante o período observado. Por outro lado, os demais 18 trechos apresentaram períodos como *impróprias*. Os trechos com maior frequência como *imprópria* são a praia do Arraial 06.07, praia do Farol do Cabo Branco 06.04B1, praia de Manaíra (Barramas) 06.02C e praia do Cabo Branco 06.04C.

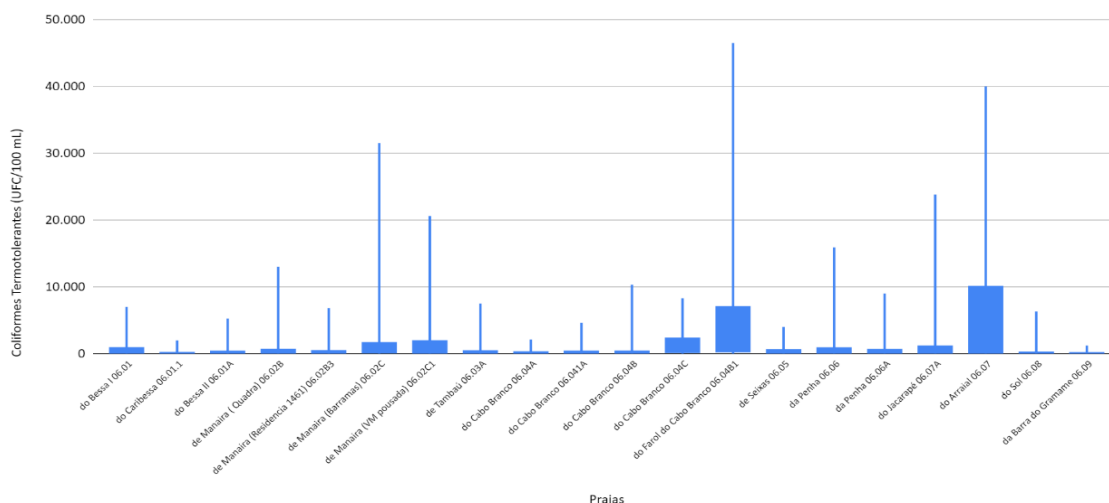
Figura 1. Frequência de praias estiveram impróprias na cidade de João Pessoa (2020, 2021 e 2022)



Analisando o gráfico da Figura 1, observa-se que a praia do Arraial 06.07 esteve imprópria em 93% do ano de 2020, em 86,5% do ano de 2021 e 78,8% no ano de 2022. A praia do Farol do Cabo Branco 06.04B1 esteve imprópria em 74,4% no ano de 2020, 63,5% no ano de 2021 e 84,6% do ano de 2022. A praia de Manaíra (Barramas) 06.02C esteve imprópria em 32,6% no ano de 2020, 65,4% do ano de 2021 e 55,8% no ano de 2022. A praia do Cabo Branco 06.04C, esteve imprópria em 46,5% em 2020, 50,0% no ano de 2021 e 88,5% do ano de 2022.

A análise dos dados qualitativos referente ao parâmetro de coliformes termotolerantes está apresentada na Figura 2. Para esta análise foram agrupados os dados do período observado em um mesmo conjunto de dados. Observa-se que as praias do Farol do Cabo Branco 06.04B1, praia do Arraial 06.07 e praia de Manaíra (Barramas) 06.02C, tiveram valores máximos superiores a 30.000 UFC/100 mL.

Figura 2. Variação dos dados de Coliformes Termotolerantes (UFC/100 mL) em praias na cidade de João Pessoa (2020 a 2022)



Analisando-se a dispersão dos quartis 1 e 3, na praia do Farol do Cabo Branco 06.04B1, o 1º quartil, com 25% dos dados inferiores a 345 UFC/100 mL e o 3º quartil com 75% dos dados superiores a 6.930 UFC/100 mL; e na praia do Arraial 06.07 o 1º quartil, com 25% dos dados inferiores a 120 UFC/100 mL e o 3º quartil com 75% dos dados inferiores a 9.970 UFC/100 mL. Embora a praia de Manaíra (Barramas) 06.02C tenha alcançado um número elevado de coliformes termotolerantes (31.500 UFC/100 mL), não apresentou grande dispersão dos valores nos quartis 1 e 3.

Posteriormente, foi possível identificar as praias em piores condições segundo os dados qualitativos e quantitativos no período considerado, conforme Tabela 2. A estação com mais frequência de inapropriabilidade foi a praia do Arraial, principalmente nos anos de 2020 e 2021.

Tabela 2. Resumo da análise dos dados qualitativos e quantitativos

Anos	Análise dos dados qualitativos	Análise dos dados quantitativos
2020	Praia do Arraial 06.07	Praia do Farol do Cabo Branco 06.04B1
2021	Praia do Arraial 06.07	Praia do Arraial 06.07
2022	Praia do Cabo Branco 06.04C	Praia do Farol do Cabo Branco 06.07

Fonte: Autoria própria

A praia do Arraial está localizada no litoral Sul de João Pessoa, entre a praia do Jacarapé ao Norte e a praia do Sol ao Sul, com uma extensão de 6 km. A referida praia recebe a drenagem das águas da bacia hidrográfica do rio Cuiá, desaguando no mar. É este rio que recebe os efluentes tratados da ETE-Mangabeira, escoando até a praia do Arraial.

Conforme os dados analisados, a praia do Arraial esteve imprópria em 86% do período analisado (entre 2020 a 2022). O número máximo de coliformes termotolerantes atingiu de 30.000 UFC/100mL em 2020; 40.000 UFC/100ml em 2021; e 29.000 UFC/100mL em 2022.

CONCLUSÕES

Conclui-se que apenas duas praias (Barra do Gramame e Caribessa) não apresentaram nenhuma classificação *imprópria* durante o período observado. Todas as demais praias (18 trechos) apresentaram-se *impróprias* com diferentes frequências.

A principal causa para que a praia do Arraial esteja permanecendo imprópria é devido ao lançamento de efluentes da ETE-Mangabeira no rio Cuiá, cujo ponto de lançamento distancia-se da praia cerca de 4,3 Km, fluindo pelo rio Cuiá e desaguando nesta praia. A ETE-Mangabeira não possui tratamento terciário (desinfecção) no seu processo de tratamento de efluentes. Com relação às praias do Cabo Branco e Farol do Cabo Branco, as causas estão relacionadas aos lançamentos clandestinos de esgotos em galerias de águas pluviais ou problemas operacionais relacionados às estações elevatórias, que deságuam nestas praias.

São necessários esforços para a melhoria dos serviços de coleta e tratamento de esgotos, identificação e ajustes de lançamentos clandestinos de esgotos, que refletirão na melhoria da qualidade das águas dos rios e das praias, promovendo a sua balneabilidade. Além disso, é importante que a população esteja informada sistematicamente sobre a condição de balneabilidade das praias para evitar contaminações.

REFERÊNCIAS

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº. 274, 29 de novembro de 2000. Ministério do Meio Ambiente.

SUDEMA - Superintendência de Administração do Meio Ambiente. Balneabilidade das praias. 2022.

Área: Geoprocessamento aplicado aos Recursos Hídricos

CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL DA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO RESERVATÓRIO DE UMARI/RN

Alex Pinheiro Feitosa¹

¹Departamento de Engenharias e Tecnologias DETEC, Universidade Federal Rural do Semi-árido *Campus Pau dos Ferros*, BR 226, KM 405, Bairro: São Geraldo, alex.feitosa@ufersa.edu.br

E-mail do autor correspondente: alex.feitosa@ufersa.edu.br

RESUMO: A busca de ferramentas que colaborem com a melhoria da interpretação de informações referentes à composição de paisagens é tarefa importante no diagnóstico ambiental de bacias hidrográficas. Todavia, qualquer que seja a ferramenta, para o diagnóstico, são necessários estudos integrados nos quais selecionem e sistematizem informações sobre a área ou local onde ele será aplicado. Este trabalho teve como objetivo geral, a caracterização ambiental da microbacia hidrográfica do reservatório de Umari, localizada no município de Upanema (RN), pertencente a Bacia do Rio Apodi/Mossoró. Foram utilizadas técnicas de geoprocessamento para a geração de mapas temáticos de APP's de rios, lagos, nascentes, topos de morros e de encostas, onde foi observado que as APP's de rios e lagos ocupam 87,23%, nascentes 7,28%, topos de morro 5,45% e encostas 0,04% da área total de estudo. Diante desse cenário, observou-se que as áreas de APP's de recursos hídricos são predominantes, além disso as APP's de topo de morros e montanhas apresentaram uma maior concentração mais ao sul da área de estudo, evidenciando, dessa forma, como uma de suas principais características, o relevo plano e suave ondulado.

Palavras-chave: Geoprocessamento; Sistemas de informações geográficas; Gestão ambiental.

INTRODUÇÃO

A busca de ferramentas que colaborem com a melhoria da interpretação de informações referentes à composição de paisagens é tarefa importante no diagnóstico ambiental de bacias hidrográficas. A união entre os diversos elementos da natureza e suas características são essenciais para entender o funcionamento e estrutura das bacias hidrográficas Raymundi et. al (2017).

Nessa lógica, torna-se cada vez mais importante a realização de fortes estudos em bacias hidrográficas no sentido de identificar áreas críticas em seu território. Em muitos casos, áreas pequenas, sub-bacias que apresentam maior vulnerabilidade ambiental são responsáveis pelos valores mais elevados de perda de solo, água, nutrientes e produção de sedimentos (Calijuri e Bubel, 2006).

Segundo Câmara et al., (2004), um SIG tem como objetivo adquirir, armazenar, recuperar e transformar dados espaciais. Estes sistemas computacionais vêm se tornando cada vez mais comuns, devido à disponibilidade por um baixo custo e com interfaces amigáveis,

onde os setores governamentais e privados têm adotado esses métodos para análises precisas, estudos e levantamentos de dados.

Para a elaboração do zoneamento ambiental, utiliza-se como unidade de planejamento ambiental (uso, conservação e recuperação dos recursos naturais) a sub-bacia hidrográfica, conforme Lei nº 9.433 de 08/01/97, capítulo I, art. 1, inciso 5, da Política Nacional dos Recursos Hídricos (Brasil, 2012).

Este trabalho teve como objetivo geral, a caracterização ambiental da microbacia hidrográfica do reservatório de Umari, localizada no município de Upanema (RN), pertencente a Bacia do Rio Apodi/Mossoró.

METODOLOGIA

O reservatório Umari (Barragem Senador Jessé Pinto Freire), localizado no município de Upanema – RN (05°42'04,24''S e 37°14'34,28''O), a barragem tem as seguintes características: bacia hidráulica 2.922,67 ha, volume de acumulação 292.813.650,00 m³, extensão do lago 16,00 km e altura máxima (inclusive fundação) 42,00 m, sendo a terceira maior barragem do Rio Grande do Norte (IDEMA, 2008).

A microbacia do reservatório Umari estende-se pelos municípios de Upanema, Campo Grande, Caraúbas, Janduís, Parau e Triunfo Potiguar, no estado do Rio Grande do Norte, totalizando uma população de 54.735 habitantes (IBGE, 2022).

Para a delimitação da microbacia deste estudo, utilizou-se uma imagem Topodata que englobasse toda a área de interesse, após isso foi necessária a realização da reprojeção da imagem, tendo em vista a adequação do sistema de referência. Após isso, foi inserido na imagem o ponto do exutório que será utilizado para a delimitação da microbacia, que, neste caso foi um ponto localizado na parede da barragem de Umari.

Processadas as etapas anteriores, deu-se início ao mapeamento das APP's presentes na área de estudo, sejam, margens de rios, margens de lagos, nascentes de rios, topo de morros (terço superior) e encostas (declividades > 45°), baseando-se nos critérios estabelecidos pela Lei 12.651, de 25 de maio de 2012 (Brasil, 2012).

Na identificação dos locais das nascentes de rios, primeiramente criou-se uma camada por meio da seleção da feição de rios de ordem 1 do arquivo shapefile correspondente, resultando em uma camada contendo apenas os segmentos de rios dessa ordem.

Tratando-se da delimitação das APP's em encostas com declividades acima de 45°, nesse passo, foi gerado o Modelo Digital de Elevação – MDE, utilizando a camada raster da imagem Topodata, no modo declividade.

Para delimitação das APP's em topo de morro, de posse da imagem Topodata, utilizou-se a ferramenta denominada Slicer (Fatiador), sendo a referida imagem o arquivo de entrada para o cálculo, informando ainda o arquivo de saída. Para o processo de fatiamento, copiou-se os valores de mínimo e máximo da elevação no campo inicial e final, respectivamente, do passo fixo e, por se tratar de terço superior de topo de morro (conforme Lei 12.651/2012), estabeleceu-se que o valor do passo a ser inserido para fatiamento, seria calculado pelo intervalo entre o mínimo e máximo, dividido por 3 (três), excluindo-se os 2/3(dois terços) inferior. Assim foram delimitadas as áreas de APP de topo de morro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao delimitar-se o contorno da microbacia formada pela barragem de Umari, constatamos que esta possui uma área total de 88.139,05 ha, perímetro medindo 173.319,56 km, sobrepondo os municípios de Campo Grande, Upanema, Paraú, Caraúbas e Janduí. (Figura 1).

Figura 1. Mapa de localização da microbacia do reservatório de Umari.

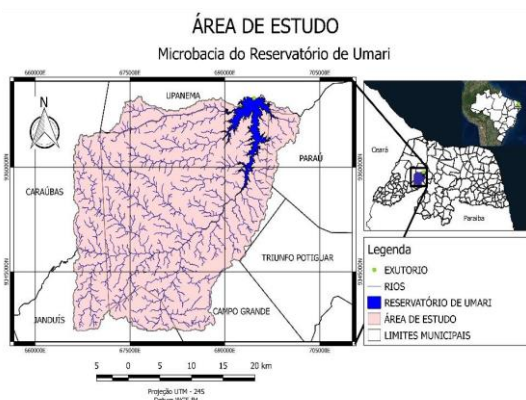
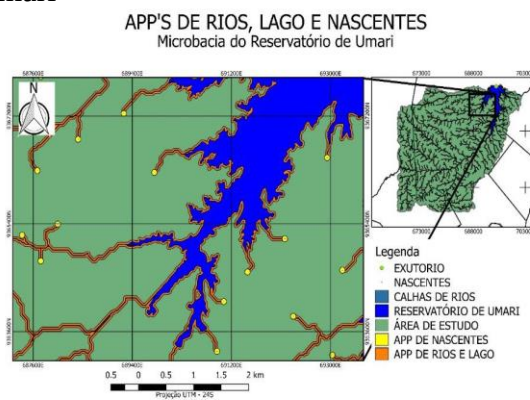


Figura 2. Mapa de APP's de recursos hídricos presentes na microbacia do reservatório de Umari



Tratando-se da delimitação das Áreas de Preservação Permanente, os mapas de APP's de cursos d'água, lagos e nascentes, de topo de morros e de encostas, encontradas na área de estudo, estão apresentados em figuras a seguir, possibilitando visualizar sua localização e limites.

Em relação às APP's de recursos hídricos foram encontrados os seguintes tipos: APP's de faixas marginais de cursos d'água, de até 10 m de largura, entre 30 e 50 m; de lagos; e APP's de nascentes de rios (Figura 2).

As APP's de faixas marginais de cursos d'água e lagos apresentaram uma área de 6.003,55 ha, representando cerca de 87,23% da soma das áreas de todas as APP's encontradas

na microbacia. Estas foram as que se apresentaram em maior predominância, distribuídas ao longo de toda área de estudo (Tabela 1).

Tabela 1 - Quantitativo das áreas de APP's mapeadas na área de estudo.

Classes de APP's	Área (ha)	Sobre APP's (%)	Sobre área de estudo (%)
Área de estudo	88.139,05	-	100,00
APP's rios e lagos	6.003,55	87,23	6,811
APP's nascentes	501,35	7,28	0,569
APP's topo de morros	375,20	5,45	0,426
APP's encostas	2,50	0,04	0,003
Área Total em APP's	6.882,60	100,00	7,81

Dentro das APP's de recursos hídricos, as de nascentes de rios foram as que apresentaram menor área ocupada, 501,35 ha, representando 7,28% do total das APP's.

Após a identificação de tais APP's, verificou-se que, a soma de suas áreas chega a 6.504,90 ha, cerca de 94,51% da área total ocupada por todas as classes de APP's, estas são as APP's que se apresentam em maior expressão na microbacia do reservatório de Umari.

Tratando-se de APP's de topo de morros e montanhas, esta é a terceira em termos de extensão se comparadas com as outras classes (Tabela 1 e **Erro! Fonte de referência não encontrada.**).

As APP's de topo de morros e montanhas abrangem um total de 375,20 ha de área, chegando a 5,45% da soma de todas as APP's, e, apesar de uma das principais características da microbacia ser a de possuir relevo de característica plana e suave ondulada, esse tipo de APP apresenta-se de forma bem representativa nas áreas mais ao sul da área de estudo, como vemos na Figura 3.

Figura 3. Mapa de App's de Topo de Morro.

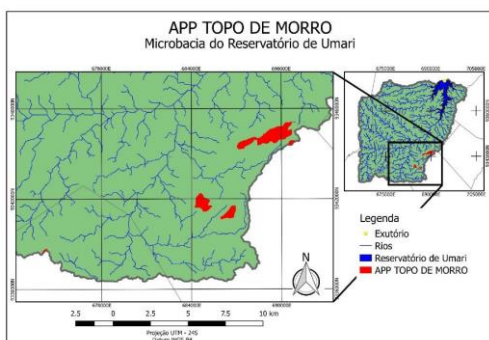
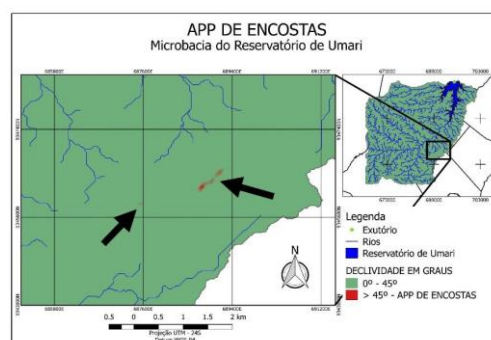


Figura 4. Mapa de APP's de Encostas



As Áreas de Preservação Permanente do tipo encostas são as que apresentam, em termos de extensão, a menor área com apenas 2,50 ha, 0,04% da soma das áreas das APP's,

distribuídas em 2 (dois) pequenos pontos sul da área de estudo, próximos às áreas onde estão localizadas as APP's de topos de morros e montanhas (Figura 4). Para as Áreas de Preservação Permanente encontradas na microbacia do Umarí, estas informações restringem o uso destas áreas, tornando passíveis de autuações aqueles que às infringirem.

CONCLUSÕES

A metodologia para delimitação das APP's mostrou-se eficiente, agilizando todo o processo de identificação, classificação e cálculos de áreas das mesmas.

As APP's de recursos hídricos (cursos d'água, lagos e nascentes) foram as que se apresentaram em maior predominância na microbacia do reservatório de Umarí.

As APP's de topo de morros e montanhas apresentaram uma área significativa mais ao sul da área de estudo, tomando-se por parte de que a microbacia possui, como uma de suas principais características, o relevo plano e suave ondulado.

REFERÊNCIAS

Brasil. Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; [...]; e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, 28 de maio de 2012.

CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M.; MEDEIROS, J. S. **Introdução a Ciência da Geoinformação** – São José dos Campos, INPE, 2004.

CALIJURI, M. C.; BUBEL, A. P. M. **Conceituação de Microbacias**. In: Lima, W.P.; Zakia, M. J. B.(eds). As florestas plantadas e a água: implementando o conceito da microbacia hidrográfica como unidade de planejamento. RIMA. São Carlos: RIMA, 2006.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Brasileiro de 2022**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022.

IDEMA. Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte. **Perfil do seu município**. Natal, 2008. 32p. Disponível em: <http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/idema/DOC/DOC000000000013802>.

RAYMUNDI, V. M. de O.; CUNHA, S. B.; SOUZA, C. A. CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CORREGO DO JUCO EM CÁCERES, MT. IN: I Congresso Nacional de Geografia Física. 2017, Campinas. Disponível em: <https://doi.org/10.20396/sbgfa.v1i2017.1782>

Área: Monitoramento e Avaliação da Qualidade da Água

***Corbicula largillierti* (Philippi, 1844) NOS CAMINHOS DA PARAÍBA: OCORRÊNCIA E EXPANSÃO DO MOLUSCO ASIÁTICO NO ESTADO**

João Hemerson de Sousa¹; Breno Carvalho da Silva¹; Joseline Mollozi²; Daniele
Jovem-Azevêdo³

¹Departamento de Ecologia, Universidade Federal da Paraíba, Campus I, Lot. Cidade Universitária, João Pessoa (PB), 58051-900, Brasil. E-mail: joaohemersons@gmail.com, breno.carvalho.facul@gmail.com

²Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Estadual da Paraíba, Rua Baraúnas, Campus I, Bairro Universitário, nº 351, 58429-500, Campina Grande (PB), Brasil. E-mail: jmolozzi@gmail.com

³Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Campus Floresta, Rua Projetada, S/N – Caetano II, Floresta (PE), 56400000, Brasil. E-mail: daniel.jazevedo@gmail.com

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

RESUMO: *Corbicula largillierti* é um bivalve asiático que tem causado impactos nas áreas invadidas. No presente trabalho objetivamos investigar as áreas de ocorrência e expansão de *C. largillierti* em ecossistemas aquáticos no estado da Paraíba. A espécie foi amostrada em três reservatórios do rio Paraíba (PBR) em 2021. Investigamos a sua taxa de expansão anual (AER) no Estado utilizando registros da espécie obtidos através de uma revisão bibliográfica. O bivalve invasor esteve presente nos três ambientes estudados. A AER indica que a espécie expande 12,54% em ambientes do PBR a cada ano. O mapeamento da distribuição estadual mostra 32 registros de *C. largillierti*, distribuídos em nove cidades. O alto nível de expansão da espécie na PBR (comparado a 5.39% no Brasil e 1.38% no mundo), indica que *C. largillierti*, está em contínua expansão em áreas da Paraíba. A perenização de trechos do PBR, devido à transposição do Rio São Francisco, pode ser um facilitador para a chegada da espécie a novos locais na bacia hidrográfica. Portanto, é crucial priorizar o monitoramento dos reservatórios em relação a fauna bentônica para o controle de *C. largillierti* em áreas da Paraíba, dada a ameaça potencial que a espécie representa para os ecossistemas locais invadidos.

Palavras-chave: Bivalve; Invasão Biológica; Reservatórios; Semiárido; PISF.

INTRODUÇÃO

A Ameijôa-Asiática, *Corbicula largillierti* (Philippi 1844), é um bivalve com amplo sucesso de invasão global (Ludwig et al., 2024). Esta espécie apresenta alta plasticidade fenotípica, o que confere maior adaptabilidade às diferentes condições ambientais (Hünicken et al., 2022; Reyna et al., 2019). Além disso, *C. largillierti* tem ampla capacidade de propagação, pois é hermafrodita, com elevada taxa de fertilidade e rápido crescimento (Ludwig et al., 2024). Este bivalve é reconhecido mundialmente também pelos impactos

negativos a fauna nativa e funções ecossistêmicas dos ambientes invadidos, assim como problemas socioeconômicos decorrentes do entupimento em obras de infraestrutura hídrica e a saúde humana por serem bioacumuladores (Latini et al., 2016; Reyna et al., 2019).

Considerando o potencial invasivo do bivalve invasor, bem como seus possíveis impactos socioeconômicos e ecológicos, é importante analisar os locais atuais de sua ocorrência e compreender seu padrão de expansão, visando a adoção de medidas que possam limitar sua dispersão. Tais estudos fornecem informações sobre locais com potencial para novas invasões e podem indicar as principais rotas de introdução, fatores fundamentais para o desenvolvimento de diretrizes e políticas de gestão que previnam as invasões (Leal et al., 2021). No presente estudo objetivamos investigar as áreas de ocorrência e o nível de expansão de *C. largillierti* em ecossistemas aquáticos no estado da Paraíba.

METODOLOGIA

Área de estudo e desenho amostral

O estudo foi realizado na bacia hidrográfica do Rio Paraíba – PBR (6°51'31''S-8°26'21''S e 34°48'35''W- 37°2'15''W), semiárido brasileiro. Na PBR foram coletados 15 pontos na região litorânea dos reservatórios Camalaú e Sumé, e 16 no Eptácio Pessoa. A amostragem ocorreu no período de estiagem (dez/21). O reservatório Camalaú e Eptácio Pessoa, são ecossistemas receptores (Eixo Leste Setentrional) do Projeto de Integração do rio São Francisco – PISF. A interconexão na PBR teve início em 2017 (Barbosa et al., 2021).

Amostragem de *C. largillierti*

Os espécimes de *C. largillierti* foram coletados utilizando uma draga de Ekman-Birge (225cm²). Os exemplares de *C. largillierti* foram identificados e parte do material foi depositado no acervo do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil (MZUSP) (registro 160742).

Levantamento de dados de *C. largillierti* no território Paraibano

A distribuição atual de *C. largillierti* na Paraíba foi obtida por meio de pesquisa bibliográfica nas bases de dados: *Google Scholar*, *Scielo*, *Scopus*, *Web of Science* e *PubMed*; e registros disponíveis no Portal do *Instituto Hórus*, *SpeciesLink* e *GBIF*. Utilizamos o nome da espécie “*Corbicula largillierti*” como termo de busca, sem limite de período de publicação. Para inclusão na revisão sistemática, selecionamos dois critérios dos trabalhos: i) relatar a ocorrência de *C. largillierti*; e ii) ser redigido em inglês ou português. Nossa revisão

compreendeu artigos científicos revisados por pares e literatura cinzenta (trabalhos de teses e dissertações).

Análise de dados

As coordenadas geográficas disponíveis nos registros sobre *C. largillierti* foram utilizadas para a construção do mapa de distribuição no software QGIS versão 3.4.11. A taxa de expansão anual (AER) de *C. largillierti* foi estimada usando o número de anos (tempo) que se passaram desde o primeiro registro da espécie e o número de ambientes em que a espécie foi encontrada inicialmente e nos dias atuais (distribuição) na PBR. Para isso, utilizamos a seguinte equação: $AER = (\log(Na) - \log(Ni)) / T$ (Onde: Na = número de ambientes atuais; Ni = número de ambientes iniciais; T = tempo decorrido (anos)). A equação foi adaptada a partir da proposta por Miyahira et al. (2020)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ocorrência e expansão de *Corbicula largillierti*

Coletamos um total de 75 indivíduos (Tabela 1): reservatório Camalaú (n = 35), Epitácio Pessoa (n = 32) e Sumé (n = 8).

Tabela 1. Abundância e frequência média de ocorrência (%) de *Corbicula largillierti* amostrados em reservatórios da bacia hidrográfica do rio Paraíba

Taxa	Reservatórios (PBR)		
	Camalaú	Epitácio Pessoa	Sumé
Mollusca			
<i>Corbicula largillierti</i>	35 (6.67%)	32 (6.25%)	8 (6.67%)

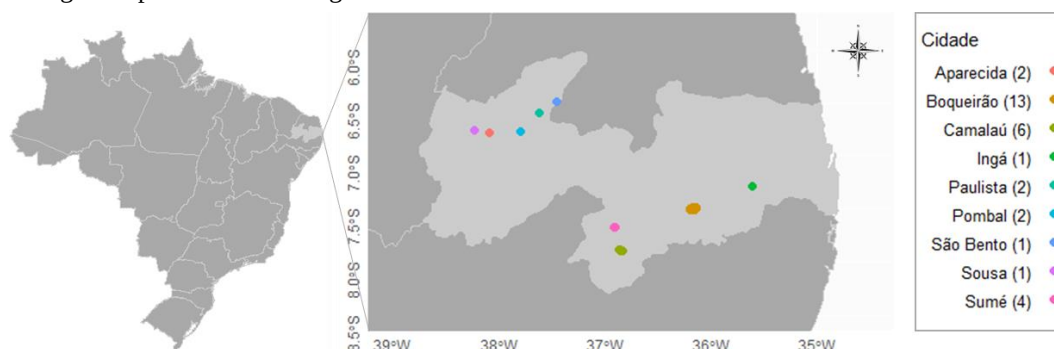
Similarmente, *C largillierti* havia sido encontrada inicialmente na PBR apenas no reservatório Epitácio Pessoa por Azevêdo et al. (2014). Após seis meses de amostragem, houve o registro de aumento na densidade e no número do bivalve invasor (Azevêdo et al., 2016). No presente estudo, além de Epitácio Pessoa, registramos a ocorrência da espécie invasora e outros 2 reservatórios. Dos três reservatórios com registro da espécie em PBR, Epitácio Pessoa e Camalaú são reservatórios que integram o PISF no eixo leste sententrional. A espécie também já foi registrada em outras partes ao longo do canal do PISF (Eixo Norte) (Thiengo et al., 2017). Estes registros podem indicar que a conexão permanente entre esses ecossistemas antes isolados pode ser um fator de facilitação para a dispersão da espécie não nativa, assim como um alerta para o risco de expansão em outras áreas do Estado.

De fato, estes ecossistemas artificiais (reservatórios e canais de conexão interbacias), possuem inúmeros benefícios no fornecimento de bens e serviços ecossistêmicos (Barbosa et al., 2021). No entanto, são considerados ambientes mais vulneráveis às invasões biológicas (Thiengo et al., 2017; Miyahira et al., 2020). Esses ecossistemas facilitam a introdução e dispersão de espécies não nativas em águas interiores, visto que, com a construção dessas obras há a eliminação de barreiras físicas através de canais, podendo conduzir à rápida propagação de espécies em novos ambientes (Azevêdo et al., 2016; Barbosa et al., 2021), especialmente aquelas com alto potencial de invasão, como *C. largillierti*.

Distribuição de *Corbicula largillierti* no território paraibano

O levantamento da distribuição estadual da espécie resultou em 32 ocorrências de *C. largillierti*, abrangendo nove cidades (Figura 1). A taxa de expansão anual de *C. largillierti* revelou que a espécie expande 0,12 (12,54%) em ambientes na PBR a cada ano.

Figura 1. Distribuição geográfica da ocorrência de *Corbicula largillierti* no estado da Paraíba, incluindo os novos registros para a bacia hidrográfica do rio Paraíba.



O alto potencial adaptativo de *C. largillierti*, alinhando aos facilitadores da dispersão (como a conexão entre locais) podem impulsionar a expansão de sua distribuição pelo estado da Paraíba. Além disso, a elevada AER (comparado a 5.39% no Brasil e 1.38% no mundo, Sousa et al., 2024 – em fase de elaboração) da espécie no estado também pode estar relacionado à alguns fatores ambientais: i) áreas de planície ou altitude moderada, águas com temperaturas amenas ou altas, águas bem oxigenadas, elevada matéria orgânica e substratos finos, principalmente areia (Azevêdo et al., 2016; Paiva et al., 2018). Essas informações podem indicar que a região proporciona condições ambientais favoráveis para o estabelecimento e adensamento da espécie.

CONCLUSÕES

Embora tenhamos registrado a ocorrência e expansão da espécie invasora na PBR,

estudos futuros que incluam analisar características bióticas e abióticas dos ambientes são encorajados, a fim de investigar como estes “filtros ecológicos” podem influenciar o estabelecimento da espécie em novos habitats. Adicionalmente, monitoramento contínuo é vital para antecipar a problemática de novas invasões e mitigar os possíveis impactos negativos de espécies invasoras nos corpos d’água do Estado. Por tanto, é fundamental direcionar uma atenção mais rigorosa para o controle e prevenção de *C. largillierti* no território da Paraíba onde a espécie tem uma maior incidência, considerando potenciais impactos negativos que essa espécie pode provocar nos ecossistemas locais invadidos.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO, E. L. et al. First record of *Corbicula largillierti* (Philippi 1844) in the Paraíba River Basin. **Biota Neotropica**, v. 14, p. e20140036, 2014.

AZEVEDO, E. L. et al. Potential ecological distribution of alien mollusk *Corbicula largillierti* in a semi-arid reservoir. **Biota Neotropica**, v. 16, p. e0109, 2016.

BARBOSA, J. E. L. et al. Impacts of inter-basin water transfer on the water quality of receiving reservoirs in a tropical semi-arid region. **Hydrobiologia**, v. 848, p. 651-673, 2021.

HÜNICKEN, L. A. et al. Physiological and morphological between closely related invasive clams. **Hydrobiologia**, v. 849, n. 12, p. 2859-2875, 2022.

LATINI, D.C. et al., (Org.). **Espécies exóticas invasoras no Brasil**. 1. ed. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2016. 791 p.

LEAL, M. F. et al. Malacofauna of lotic environments in the Northeast and Brazilian semiarid region. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 93, n. suppl 4, p. e20210140, 2021.

LUDWIG, S. et al. Opening the black box of the invasion of *Corbicula* clams (Bivalvia, Corbiculidae) in South America. **Hydrobiologia**, v. 851, n. 5, p. 1203-1217, 2024.

MIYAHIRA, I. C. et al. Non-native freshwater molluscs in the Neotropics: what can be learned from Brazilian reservoirs?. **Aquatic Invasions**, v. 15, n. 3, 2020.

PAIVA, F. F. et al. Environmental factors influencing the occurrence of alien mollusks in semi-arid reservoirs. **Limnetica**, v. 37, n. 2, p. 187-198, 2018.

REYNA, P. B. et al. A multilevel response reveals the Asian clam *Corbicula largillierti* as of aquatic pollution. **Science of the total environment**, v. 692, p. 175-187, 2019.

THIENGO, S. et al. Major water projects and the dispersal of alien molluscs. **Tentacle**, v. 25, n. 1, p. 11-14. 2017.

Área: Adaptação às Mudanças Climáticas e Gerenciamento de Riscos Hídricos

CRIAÇÃO DA METODOLOGIA PAGAMENTOS POR SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS NO ÂMBITO DE CRÉDITO DE CARBONO INTEGRAL: BIO-SÓCIO-HIDRO-ENERGÉTICO DA CAATINGA E DO RIO SÃO FRANCISCO

Haroldo Oséias de Almeida¹; Fabiana Couto²; Aldo Torres Sales³; Sergio Luis de Carvalho Xavier⁴,
Nilson Lopes Alves⁵; Fellipe Eduardo Soares Souza Barbosa⁶

¹Licenciando em Geografia - UFAL, Presidente da APCCSBC - haroldo.almeida@gmail.com

²Doutora em Clima e Meio Ambiente - INPA - couto.santos@gmail.com

³Doutor em PhD in Range science. DENU - CTG UFPE - aldo.sales@ufpe.br

⁴Jornalista e Coordenador do Projeto HidroSinergia - sergioxavier5@gmail.com

⁵Engenheiro Ambiental e membro da APCCSBC - nilsonalves02@gmail.com

⁶Engenheiro Ambiental e membro da APCCSBC - arapiraca.meioambiente@gmail.com

RESUMO:

O Projeto de Crédito de Carbono Integral (CCI) é uma iniciativa inovadora que busca promover a conservação do Bioma Caatinga e do rio São Francisco no Semiárido, e simultaneamente melhorar renda de agricultores familiares, por meio da geração de créditos de carbono a partir de um hectare de bioma preservado. Com uma abordagem holística e sustentável, o projeto visa não apenas mitigar as mudanças climáticas, mas também promover o desenvolvimento local, a inclusão social e a redução de desigualdades. Utilizando uma metodologia integrada que combina sensoriamento remoto, levantamento socioeconômico, validação participativa e análises hidrológicas, o CCI determina o potencial de sequestro de carbono de cada área, estimando cerca de 5 toneladas por hectare de caatinga em pé anualmente, e da grande capacidade de retenção do carbono no solo. Além de contribuir para a conservação do bioma, o projeto pode gerar renda para as comunidades locais e fortalecer a justiça climática ao distribuir os benefícios de forma equitativa. Com sua abordagem abrangente e impacto positivo na região, o CCI representa uma solução promissora para a conservação ambiental e o enfrentamento das mudanças climáticas no Semiárido brasileiro.

Palavras-chave: "Crédito de Carbono Integral", "Caatinga", "Crédito de Carbono", "Conservação", "Biodiversidade", "Justiça Climática", e "Desenvolvimento Sustentável".

INTRODUÇÃO

O "Projeto de Crédito de Carbono Integral: Bio-Sócio-Hidro-Energético do Bioma Caatinga e do rio São Francisco no Semiárido" (CCI) nasce como uma resposta multifacetada aos desafios climáticos e sociais enfrentados na região semiárida do Brasil. Destacamos a singularidade do bioma Caatinga que embora rico em biodiversidade e inúmeras espécies endêmicas, com destaque para as áreas de influência do rio São Francisco mas frequentemente negligenciado nas políticas de preservação ambiental. Apresentamos o CCI como uma iniciativa inovadora que visa não apenas mitigar os efeitos das mudanças climáticas e da perda de biodiversidade no bioma Caatinga, mas também promover o desenvolvimento sustentável,

a justiça climática e impulsionar um novo modelo econômico regenerativo e de baixo carbono na região.

Além disso, ressaltamos a abordagem integrada do CCI, que considera não apenas os aspectos ambientais, mas também aborda aspectos sociais e econômicos da região. Essa abordagem holística busca não apenas reduzir as emissões de carbono derivado das atividades antrópicas na região, mas também melhorar a qualidade de vida das comunidades rurais locais e fortalecer sua resiliência às mudanças climáticas através da construção de um mecanismo de compensação financeira para aqueles que se destinem ser guardiões da Caatinga, seja através da proteção de áreas florestadas, da recuperação ambiental de áreas em processo de desertificação ou da transição da agricultura para modelos sustentáveis com baixa emissão de carbono para a atmosfera, a chamada agricultura regenerativa.

Ao estabelecer o CCI como um modelo replicável, enfatizamos sua capacidade de inspirar iniciativas semelhantes em outras regiões do Brasil e do mundo, especialmente aquelas com biomas frágeis e comunidades vulneráveis. Cabe destacar que os modelos de pagamento por serviços ambientais em execução no país foram desenhados para áreas com grandes extensões de terra, o que inviabiliza o seu funcionamento na agricultura familiar do Semiárido brasileiro, que possui em média propriedades com menos de 10 hectares.

METODOLOGIA

A metodologia do Projeto de Crédito de Carbono Integral (CCI) para o Bioma Caatinga, tomando como unidade piloto áreas de influência do rio São Francisco propõe a aplicação de uma abordagem holística tomando como pilares o conceito *triple bottom* de ASG (Ambiental, Social, Governança), ou seja, não somente as questões ambientais devem ser consideradas na busca do desenvolvimento sustentável da região, mas a inclusão social e a transparência na ações realizadas (Wamane, 2023). Adicionalmente consideramos os aspectos bio-sócio-hidro-energéticos da região. Portanto essa abordagem inovadora para projetos de provisão de serviços ambientais no Brasil visa garantir a preservação e o desenvolvimento sustentável do semiárido, promovendo justiça climática e a inclusão socioeconômica para as comunidades locais.

O CCI é composto por diferentes componentes:

1. **Certificação Participativa:** As comunidades locais participam ativamente da avaliação das áreas elegíveis para o projeto. A certificação é realizada pelos beneficiados do projeto, a partir de critérios facilmente verificáveis, e com o monitoramento técnico para garantir transparência e confiabilidade dos dados.

2. **Sensoriamento Remoto:** Utilização de ferramentas avançadas para estimar o potencial de sequestro de carbono com alta precisão. Monitoramento contínuo da cobertura vegetal para atualização dos dados das áreas do projeto.
3. **Indicadores Bio-Sócio-Hidro-Energéticos:** Avaliação de indicadores biológicos, sociais, culturais, hidrológicos e energéticos para compreender a dinâmica da região. Coleta de dados por meio de métodos científicos rigorosos e participação das comunidades locais.
4. **Análise de Dados:** Utilização de técnicas estatísticas avançadas para analisar e validar os dados coletados em campo e em base de dados pública secundárias. Verificação independente dos resultados para garantir a confiabilidade das informações.
5. **Aplicações do CCI:** Quantificação do sequestro de carbono, avaliação do impacto socioambiental e promoção da justiça climática. Emissão de créditos de carbono certificados para comercialização e financiamento da conservação.

A implementação do CCI é dividida em cinco fases principais: Planejamento, Coleta de Dados, Análise de Dados e Validação, Certificação e Emissão de Títulos de Carbono, e Comercialização, Distribuição Financeira e Monitoramento. Cada fase é essencial para garantir a efetividade e sustentabilidade do projeto.

Apesar dos desafios, como o engajamento das comunidades locais, financiamento sustentável e combate ao desmatamento, o CCI apresenta perspectivas promissoras para a conservação da Caatinga, valorizando o bioma, promovendo justiça climática, estimulando o desenvolvimento sustentável e oferecendo um modelo replicável para outras regiões.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O projeto encontra-se em fase de implementação, porém as projeções simuladas em unidades pilotos mostram que o mesmo poderá trazer resultados altamente promissores para a região, dado a absorção de carbono da atmosfera mitigando as mudanças climáticas, impacto na proteção da biodiversidade e benefícios econômicos. Sua abordagem holística, que vai além dos aspectos ambientais e considera também os aspectos socioeconômicos e energéticos da Caatinga, proporciona uma avaliação mais completa e precisa dos benefícios do projeto.

A ideia de desenvolver a modalidade de absorção de carbono na Caatinga se baseia no potencial de absorção de carbono, variando entre duas a cinco toneladas por ano. Além disso, sua capacidade de retenção do carbono tanto no solo quanto na biomassa é superior a muitos outros biomas conhecidos. Esses dados reforçam a importância e o potencial do CCI como uma estratégia eficaz para a mitigação das mudanças climáticas e a conservação da biodiversidade na região da Caatinga. Em Delmiro Gouveia, Alagoas, uma área piloto de 113 hectares de

vegetação nativa sequestrou aproximadamente 2.500 toneladas de carbono desde 2000, estendendo-se para todo o estado de Alagoas, totalizando cerca de 200 milhões de toneladas, e para o bioma Caatinga como um todo, alcançando 25 bilhões de toneladas nesse período. Economicamente, o CCI apresenta um potencial de geração de renda significativo.

É importante ressaltar também que o CCI está alinhado com diversos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), o que amplia sua relevância e impacto. Além de contribuir para metas específicas, o projeto tem o potencial de reduzir a pobreza, promover a segurança alimentar, facilitar o acesso à energia limpa, incentivando a geração de energia renovável de forma associativa, e fortalecer parcerias para o desenvolvimento sustentável.

Para garantir o sucesso contínuo do CCI, é essencial aprimorar a metodologia de quantificação do sequestro de carbono, promover a participação ativa das comunidades locais, formular políticas públicas locais, estaduais e nacionais, garantir a transparência e a governança do projeto, investir em pesquisa e desenvolvimento, buscar parcerias estratégicas e desenvolver um plano de capacitação, marketing e comunicação eficaz.

CONCLUSÕES

O "Projeto de Crédito de Carbono Integral" (CCI) é uma iniciativa transformadora na região semiárida brasileira, com impacto abrangente nos âmbitos ambiental, social e econômico. Destaca-se por sua capacidade de sequestro de carbono, conservação da Caatinga e regeneração do Rio São Francisco, além de promover a inclusão social e o empoderamento comunitário. Com um modelo replicável, o CCI representa uma inspiração global para enfrentar desafios socioambientais. Agradecimentos são expressos às partes envolvidas por seu papel fundamental. Em síntese, o CCI exemplifica como a ação local pode ter um impacto global positivo, promovendo um mundo mais justo, equitativo e sustentável.

Esta iniciativa conta formalmente com o apoio do Projeto Hidrosinergia (CBC, InterCidadania, iCS); Prefeitura de Arapiraca, a parceria do Conselho do Monumento Natural do Rio São Francisco; ICMBio Núcleo de Gestão Integrada de Paulo Afonso; Moção de Apoio do XXV Encontro Nacional de Comitês de Bacia; Câmaras Consultivas Submédio e Baixo do Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco; Comitê de Bacia da Região Hidrográfica do Sertão do São Francisco; Colegiado Territorial do Alto Sertão de Alagoas; ASA Alagoas; Unicafe Alagoas; e muitos outros sendo executado pela Associação dos Produtores de Créditos de Carbono Social do Bioma Caatinga - APCCSBC e a Cooperativa dos Produtores de Crédito de Carbono Social e Agricultores Familiares do Bioma Caatinga.

REFERÊNCIAS

BRASIL, Lei Nº 14.119/2021. Institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 14 jan. 2021.

FASE. Certificação Participativa na Agricultura Familiar: Possibilidades para Melhorar o Acesso ao Mercado. In: Nota Técnica, VI. 2023. Disponível em: https://www.fundoamazonia.gov.br/export/sites/default/pt/.galleries/documentos/acervo-projetos-cartilhas-outros/Fase-Amazonia-Agroecologica-Nota_Tecnica-VI.pdf. Acesso em: data de acesso.

ISAGUIRRE-TORRES, Katya Regina; MASO, Tchenna Fernandes. As lutas por justiça socioambiental diante da emergência climática. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2179-8966/2023/73122>. Acesso em: 10 maio 2024.

VALOR ECONÔMICO. Crédito de carbono integral pode ser solução para inclusão social e geração de energia renovável. Disponível em: <https://valor.globo.com/brasil/esg/artigo/credito-de-carbono-integral-pode-ser-solucao-para-inclusao-social-e-geracao-de-energia-renovavel.ghtml>. Acesso em: 10 maio 2024.

Wamane, G. V. (2023). A “new deal” for a sustainable future: enhancing circular economy by employing ESG principles and biomimicry for efficiency. *Management of Environmental Quality: An International Journal*.

Área: Geoprocessamento aplicado aos Recursos Hídricos

DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS

Ruan Otávio Teixeira¹; Anderson Flávio Queiroz²; Any Caroline Nunes da Silva³; Gladerson Pereira Belizio da Silva⁴, Rodrigo Pinheiro Fonseca⁵; Elineto Santos de Souza⁶

¹Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos - SEMARH, Rua Dona Maria Câmara, 1884 - Capim Macio, Natal/RN – CEP: 59082-430, E-mail: gabinete@semarh.rn.gov.br.

²COGERH e USAG, SEMARH, Rua Dona Maria Câmara, 1884 - Capim Macio, Natal/RN – CEP: 59082-430, E-mail: cogerh@semarh.rn.gov.br.

E-mail do autor correspondente: ruanteixeira@semarh.rn.gov.br

RESUMO: Conforme Victoriano et al. (2017) os benefícios de alguns SIG-WEB incluem: facilidade para publicação de dados geográficos; os usuários não precisam adquirir um software de SIG; possui uma interface intuitiva, o que não demanda treinamento por parte do usuário; e a democratização do acesso à informação. Em sua grande maioria são cobrados altos custos para a utilização dos SIG's, porém como alternativa, existem aplicativos ou serviços gratuitos, que permitem a publicação na web, apenas com uma limitação no acesso a determinadas ferramentas e a capacidade de armazenamento dos dados. Nesse sentido, a pesquisa visou como objetivo geral desenvolver e manter atualizado o SIG da SEMARH, tendo como objetivo específico elaborar e organizar o Sistema de Gestão Geográfico – SIG; estruturar o Backend (área de geoprocessamento e programação) e Frontend (estrutura visualizada pelo usuário); atualizar o SIG; elaborar manual para utilização do SIG-Web; e realizar treinamento para a utilização operacional do SIG pela equipe da SEMARH. No tocante aos aspectos metodológicos da pesquisa fez-se a construção do banco de dados com o PostGIS, PostgreSQL e Geoserver, que são softwares de organização de banco de dados, aplicado SIG. No tocante aos resultados, no desenvolvimento da pesquisa observou-se que a ferramenta é um avanço na SEMARH no sentido de inovação favoreceram a implementação do SIG-Web na intranet e por consequência facilitará a publicação ao público em geral. Essa ferramenta considerando a Lei nº 12.527/11, Art. 3º, II, possibilitará a divulgação de informações de interesse público em geral, independentemente de solicitações, possibilitando o desenvolvimento de pesquisas acadêmicas e técnicas nas áreas de gestão de recursos hídricos e meio ambiente.

Palavras-chave: Sistema de Informação Geográfica; Sistema de Informações de Meio Ambiente; Sistema de Informações de Recursos Hídricos.

INTRODUÇÃO

A Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos – SEMARH é composta por coordenações, dentre elas tem-se a Coordenação de Hidrogeologia – COHIDRO, Coordenação de Infraestrutura – COINFRA, Coordenação de Meio Ambiente e Saneamento Básico – COMEAS e Coordenação de Gestão e Planejamento de Recursos Hídricos - COGERH.

A COGERH tem por finalidade gerenciar as informações sobre recursos hídricos. Nessa perspectiva faz a integração dos dados geográficos gerados nas coordenações, os quais correspondem da fiscalização de barragens, do Plano Estadual de Recursos Hídricos, de Plano

de Bacia, do Programa Água Doce (PAD), das bacias hidrográficas entre outros voltados a recursos hídricos. Além disso, integra os dados produzidos pela COMEAS tendo em vista que é um dado produzido pela SEMARH. A integração dos dados ambientais está relacionada com a natureza da Secretaria e pelo disposto nas diretrizes da Política Nacional de Recursos Hídricos – PNRH, Lei nº 9433/97, no artigo 3º, III, V e VI, externa que a gestão de recursos hídricos deve ser articulada com o uso e ocupação do solo e integrada com a gestão ambiental, deve haver a integração entre a bacia hidrográfica e os sistemas estuarinos e zonas costeiras.

Nessa perspectiva, a disponibilização de dados para a sociedade civil como usuários de recursos hídricos, poder público e sociedade civil organizada está no contexto da lei de acesso à informação, Lei n. 12.527/11, a qual dispõe em seu Art. 3º, I, que:

Art. 3º Os procedimentos previstos nesta Lei destinam-se a assegurar o direito fundamental de acesso à informação e devem ser executados em conformidade com os princípios básicos da administração pública e com as seguintes diretrizes: II - divulgação de informações de interesse público, independentemente de solicitações (BRASIL, 2011).

Diante disso, e com base na literatura Vatsavai et al (2012) corroboram com a proposta de pesquisa no sentido da produção de SIG-Web. Para eles, devido à popularização da Internet houve um grande aumento na procura pelos SIG's em ambiente Web para a disseminação de dados geográficos para o público em geral.

Conforme Victoriano et al. (2017) os benefícios de alguns SIG-WEB incluem: facilidade para publicação de dados geográficos; os usuários não precisam adquirir um software de SIG; possui uma interface intuitiva, o que não demanda treinamento por parte do usuário; e a democratização do acesso à informação. Em sua grande maioria são cobrados altos custos para a utilização dos SIG's, porém como alternativa, existem aplicativos ou serviços gratuitos, que permitem a publicação na web, apenas com uma limitação no acesso a determinadas ferramentas e a capacidade de armazenamento dos dados.

Nesse sentido, a pesquisa teve por objetivo geral desenvolver e manter atualizado o SIG a SEMARH no formato Web, tendo como objetivo específico elaborar e organizar o Sistema de Gestão Geográfico – SIG; estruturar o Backend (área de geoprocessamento e programação) e Frontend (estrutura visualizada pelo usuário); atualizar o SIG; elaborar um manual para utilização do SIG-Web; e realizar treinamento para a utilização operacional do SIG pela equipe da SEMARH.

METODOLOGIA

A pesquisa foi desenvolvida na Coordenadoria de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos - COGERH a qual conforme Art. 25, do Decreto nº 25.366 de julho de 2015, é o setor de execução programática da SEMARH encarregado do planejamento e coordenação da gestão dos recursos hídricos do Estado.

O ambiente Web (Frontend e Backend) foi desenvolvido com o software Visual Studio Code, Biblioteca de código aberto Leaflet e a criação do banco de dados com o QGis, PostGIS, PostgreSQL e Geoserver, que são softwares de organização de banco de dados aplicados ao Sistema de Informação Geográfica (SIG) direcionado para o ambiente empresarial/institucional multiusuário.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados durante a pesquisa envolveram inicialmente além da atualização e desenvolvimento do SIG da SEMARH também a elaboração e organização do sistema de gestão de base de dados do SIG; a estruturação do backend do SIG; e do frontend do SIG.

Na Figura 1 observa-se o mapa base sem a inserção de dados como os denominados shapefile de ponto, polígono e linha que representam no contexto da Secretaria poços (pontos), polígonos (açudes/reservatórios) e linhas (adutoras), por exemplo.

Figura 1. Estrutura para interação.



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

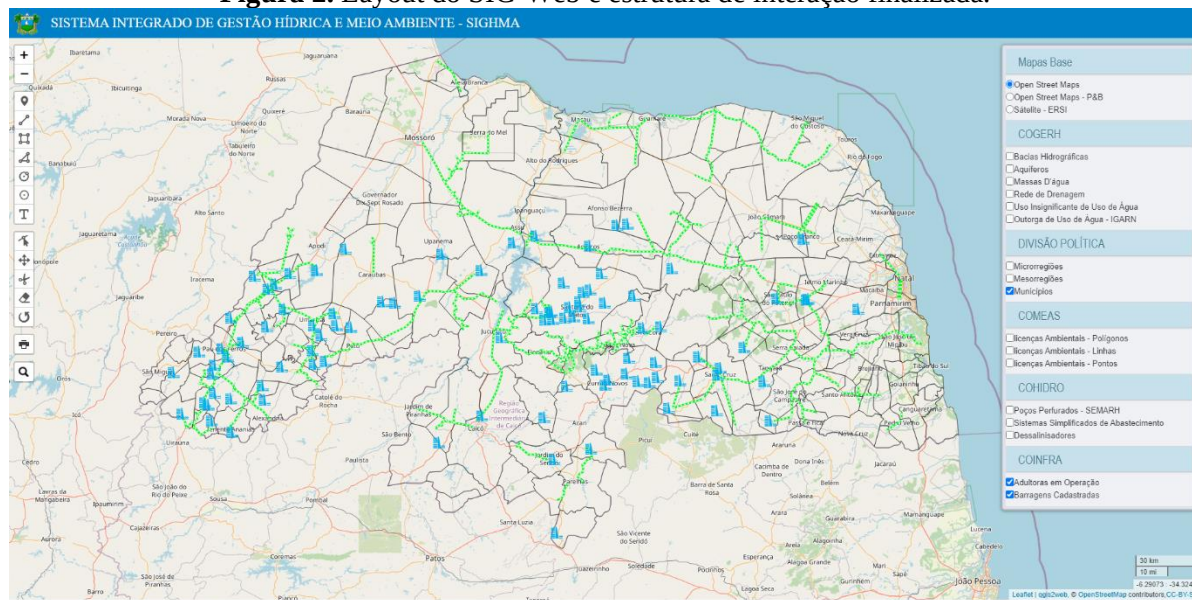
Na Figura 1 observa-se apenas o ambiente Web com os limites dos municípios. No contexto de interação, desenvolveu-se grupos de camadas que foram distribuídas por coordenadorias: COGERH, COHIDRO, COMEAS e COINFRA.

A organização do SIG foi estruturada no software QGis com o auxílio do complemento da plataforma Leaflet que assim como o QGis é uma plataforma livre mostrou-se satisfatória para construção do Sig-Web. No Layout do SIG-Web, Na Figura 2, observa-se no canto

superior esquerdo algumas ferramentas que possibilita a construção de linhas, polígonos, pontos, caixa de texto, impressora (exportar mapa) entre outras para interação com as camadas produzidas pelos setores da SEMARH.

Na Figura 2 observa-se o cruzamento de dados de municípios e barragens com sistema adutor demonstrando de dinâmica e em poucos cliques a integração desses dados. Isso exemplifica que com códigos do Leaflet envolvendo linguagem Java script e Python, que é natural de ambos os softwares geoprocessamento como o QGIS e Arcgis.

Figura 2. Layout do SIG-Web e estrutura de interação finalizada.



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Deve-se ressaltar que no desenvolvimento da pesquisa observou-se o avanço da SEMARH no tocante a inovação considerando a implementação do SIG-Web na intranet e por consequência facilitará a publicação ao público em geral.

A pesquisa no seu contexto geral visou a produção de um SIG-WEB que permitisse a publicação de dados geográficos por meio de uma interface intuitiva, o que não demandaria de treinamento por parte do usuário democratizando o acesso à informação que atenderá à Lei nº 12.527/11, Art. 3º, II, possibilitando a divulgação de informações de interesse público, independentemente de solicitações.

Essa iniciativa demonstra-se relevante, pois, tem como cerne fomentar a produção técnica e científica com os dados produzidos pelo Sistema Nacional e Estadual de Informações de Recursos Hídricos e Meio Ambiente.

Por fim, deixa-se os agradecimentos a SEMARH e a Fundação de Apoio à Pesquisa do RN - FAPERN que possibilitou o desenvolvimento das atividades mediante bolsa de pesquisa

proveniente do CONVÊNIO FAPERN/SEMARH Nº 02/2021.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei n. 12.527/11. LEI DE ACESSO À INFORMAÇÃO. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, p. 1-12, 18 nov. 2011. Edição Extra - Seção1. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2011/lei/12527.htm>. Acesso em: 18 de jun. de 2021

CÂMARA, G; QUEIROZ, G.R. Arquitetura de Sistemas de Informação Geográfica. In: **Introdução à Ciência da Geoinformação**. 2001. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/cap3-arquitetura.pdf>>. Acesso em: 18 de jun. de 2021.

VATSAVAI R. R. et al. Open-Source GIS. In: **Springer Handbook of Geographic Information**. KRESSE, W; DANKO, D (Eds.). Alemanha, Springer, 2012.

VICTORIANO et al. ELABORAÇÃO DE UM SIG-WEB DO TRANSPORTE COLETIVO DA CIDADE DE PATO BRANCO – PR. IV Simpósio Brasileiro de Geomática – SBG2017: Presidente Prudente - SP, 24-26 de julho de 2017, p. 092-095. Disponível em: <http://docs.fct.unesp.br/departamentos/cartografia/eventos/2017_IV_SBG/_artigos/2017_SB G_CTIG_paper_81.pdf>. Acesso em: 18 de jun. de 2021.

Área: Monitoramento e Avaliação da Qualidade da Água

DIATOMÁCEAS POTENCIALMENTE PRODUTORAS DE TOXINAS? PERSPECTIVAS SOBRE SUA PRESENÇA E CONSEQUÊNCIAS PARA QUALIDADE DA ÁGUA

Ana Carolina Mello Pessanha¹; Camila Ferreira Mendes²; Juliana dos Santos Severiano³; José Etham de Lucena Barbosa⁴.

¹Estudante da graduação de Ciências Biológicas, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande-PB, Brasil. ana.pessanha@aluno.uepb.edu.br ²Doutora em Engenharia Ambiental, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande-PB, Brasil. camilafmendes@hotmail.com ³Professora Doutora do PPGECC, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande-PB, Brasil. jsantosseveriano@gmail.com ⁴Professor Doutor da Universidade Estadual da Paraíba, Brasil. ethambarbosa@servidor.uepb.edu.br

RESUMO: O aumento das florações de algas nocivas (HABs) nos reservatórios de abastecimento público, em consequência da intensificação da eutrofização devido as ações humanas e somado às mudanças climáticas, gera preocupações com a saúde pública em todo mundo. Além das cianobactérias que formam florações, outros grupos são considerados como potencialmente produtores de toxinas, como as diatomáceas, especificamente os gêneros *Aulacoseira sp.*, *Cyclotella sp.* e *Melosira sp.* Neste trabalho, objetivamos investigar a presença dessas diatomáceas em três reservatórios do estado da Paraíba (Camaláu, Boqueirão e Poções) com alguns meses de amostragem nos anos de 2021 a 2023. Nos três reservatórios estudados foi registrada a presença dos três gêneros considerados potencialmente produtores de toxinas, embora, não tenham sido considerados como dominantes para o grupo das diatomáceas. É possível verificar que a relação entre maior densidade e períodos secos sugere que maiores temperaturas podem influenciar o desenvolvimento dessas diatomáceas. Análises adicionais são necessárias para confirmar a produção de toxinas por esses gêneros nos reservatórios semiáridos. Recomenda-se medidas preventivas para mitigar os riscos dessas toxinas na água e proteger a saúde e o meio ambiente.

Palavras-chave: Bacillariophyta; Limnologia; Microalgas; Reservatórios; Semiárido.

INTRODUÇÃO

Os reservatórios do semiárido brasileiro possuem grande quantidade de nutrientes por serem ambientes lênticos, com baixa vazão e alto tempo de residência da água, tornando-os mais vulneráveis ao processo de eutrofização (BARBOSA et al., 2012), porém são utilizados para o abastecimento público (AZEVEDO, 2020). Com as mudanças climáticas e a intensificação da eutrofização, causadas principalmente por ações antrópicas, houve também um aumento no número da floração de microalgas nos corpos de água, incluindo os reservatórios (GLIBERT, 2020).

A proliferação de grupos de algas nocivas (HABs) pode prejudicar os reservatórios pois algumas são consideradas como produtoras de toxinas, podendo gerar impactos negativos para a saúde do ser humano, para o meio ambiente e para a economia (ALVARES et al., 2013). Na Paraíba, mais de 50% dos reservatórios utilizados para abastecimento estão eutrofizados e apresentam dominância de cianobactérias (AES A, 2023). Embora esses organismos sejam os mais citados e explorados com relação a produção de toxinas, recentes discussões sobre a potencial capacidade de espécies de diatomáceas serem produtoras estão surgindo (ZHANG et al., 2023), evidenciando mais um alerta e demonstrando a extrema importância do monitoramento biológico dos sistemas aquáticos, especialmente com relação a produção de toxinas.

Diatomáceas são algas unicelulares que possuem uma parede celular chamada de frústula que tem a presença de sílica (SEMEDO, 2021). As diatomáceas são consideradas boas indicadoras biológicas (PENG et al., 2020) e seu estudo torna-se uma forma de avaliação da qualidade da água (SILVA-LEHMKUHL et al., 2019). Frente a isso, os gêneros *Aulacoseira sp.*, *Cyclotella sp.* e *Melosira sp.*, são reportados como potencialmente produtoras de toxinas do tipo neurotoxinas que podem causar danos à saúde quando presentes em níveis elevados na água (ZHANG et al., 2023). A partir destes conhecimentos, objetivamos verificar a presença de diatomáceas perifíticas consideradas produtoras de toxinas em reservatórios do semiárido brasileiro utilizados para o abastecimento público no estado da Paraíba, Brasil, levantando discussões e perspectivas com relação a qualidade da água.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo compreende três reservatórios (Boqueirão, Camalaú e Poções) da região semiárida, que estão localizados na bacia hidrográfica do rio Paraíba, e que são usados principalmente para abastecimento público (CARDOSO, 2022). Conforme a Classificação Climática de Köppen o clima desta região é o BSh, que apresenta características como precipitações concentradas nos meses de maio e junho, girando em torno de 400 mm (ALVARES et al., 2014; RAMALHO, 2013), e ocorrência de secas e maiores temperaturas durante o resto do ano (GOMES, 2023).

As amostragens foram realizadas em dezembro de 2021, maio e novembro de 2022 e junho de 2023. Para a realização do trabalho foram selecionados 15 locais aleatórios na região litorânea em cada reservatório, abrangendo todo o perímetro do reservatório. As diatomáceas foram amostradas a partir da seleção aleatória de substratos rochosos submersos em cada local. As amostras foram coletadas através da raspagem de uma área de 16 cm², com auxílio de

escovas de cerdas finas e jato de água destilada. Posteriormente, as amostras foram fixadas em lugol a 1% para análise quantitativa em microscópio invertido (Zeiss AxioVert.A1), conforme Utermöhl (1958), e com tempo de sedimentação de acordo com Lund et al., (1958). Foram considerados na contagem indivíduos presentes em um transecto da câmara. A partir desses dados, foi realizado um *check list* com as espécies de diatomáceas encontradas e determinadas suas densidades celulares (org/cm²) utilizando a metodologia descrita por Pômpeu e Moschini-Carlos (2003).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

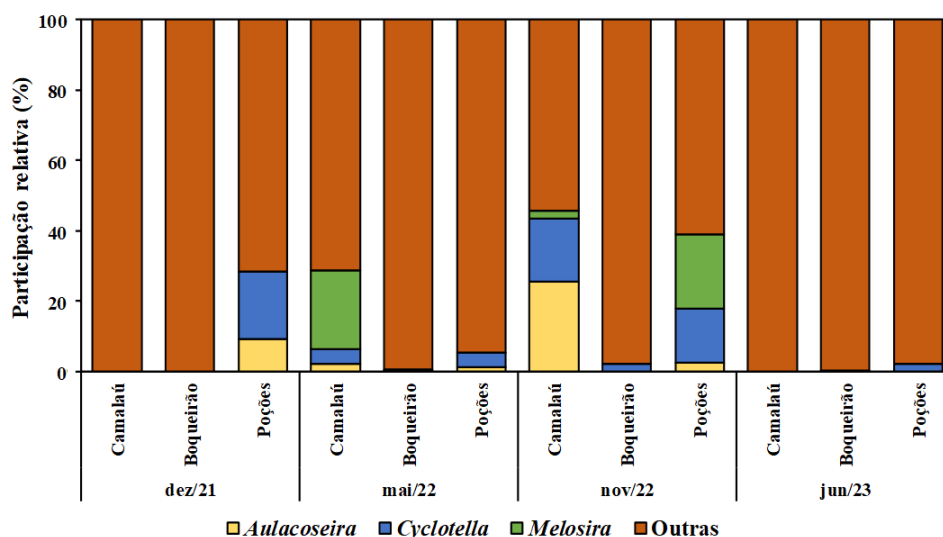
No período amostrado, foi encontrado um total de 42 espécies de diatomáceas perifíticas nos reservatórios estudados. O maior número de espécies ocorreu em Boqueirão, com 35 espécies e em Poções o menor número, com 31. No reservatório Camalaú ocorreram 33. As espécies consideradas como potencialmente produtoras de toxinas foram registradas nos três reservatórios, como pode ser observado na Tabela 1 e no Gráfico 1.

Tabela 1: Densidade das diatomáceas (org/cm²) consideradas potencialmente produtoras de toxinas nos meses amostrados nos reservatórios C = Camalaú, B = Boqueirão e P = Poções

	dez/21			mai/22			nov/22			jun/23		
Gêneros/Rese.	C	B	P	C	B	P	C	B	P	C	B	P
<i>Aulacoseira</i> sp.	0,0	0,23	42,54	9,75	0,0	0,39	21,53	0,0	2,36	0,0	0,26	0,0
<i>Cyclotella</i> sp.	0,0	0,0	88,89	18,38	1,13	1,47	15,28	0,95	14,03	0,0	1,07	9,48
<i>Melosira</i> sp.	0,0	0,0	0,0	99,5	0,53	0,0	1,77	0,0	19,43	0,0	0,0	0,0

A maior densidade total de diatomáceas ocorreu em Poções (2943 org/cm²) e em Camalaú a menor (1184 org/cm²). Em Boqueirão foi registrada densidade total de diatomáceas de 1916 org/cm². Para os gêneros considerados como potencialmente produtores de toxinas, as maiores densidades foram registradas em Camalaú no mês de maio de 2022, com destaque para o gênero *Melosira* sp. e novembro do mesmo ano, no entanto, destacando-se os gêneros *Aulacoseira* sp. e *Cyclotella* sp. (Figura 1). No reservatório Poções, destacaram-se os gêneros *Cyclotella* sp. e *Aulacoseira* sp., no mês de dezembro de 2021, e *Melosira* sp. e *Cyclotella* sp. em novembro de 2022 (Figura 1). Em Boqueirão as densidades dos gêneros foi baixa em todos os meses amostrados (Figura 1).

Gráfico 1. Participação relativa dos gêneros considerados potencialmente produtores de toxinas e das demais espécies encontradas nos três reservatórios



Neste sentido, é possível observar que maiores densidades dos gêneros de diatomáceas considerados potencialmente tóxicos ocorrem em meses considerados mais secos. Assim, possivelmente, o aumento da temperatura e flutuações no nível da água podem ser fatores favoráveis ao desenvolvimento desses organismos (RÜHLAND, 2015). Com os estudos feitos neste trabalho não podemos afirmar se estes gêneros estão produzindo toxinas nos reservatórios, por isso, faz-se necessário estudos mais aprofundados sobre esta questão já que a maioria dos estudos sobre diatomáceas tóxicas são realizados em ambientes marinhos, como a *Pseudo-nitzschia* (MCGOWAN, 2023), porém nenhum estudo foi relatado com diatomáceas em ambientes semiáridos.

CONCLUSÃO

Medidas preventivas, como o controle da eutrofização, a gestão adequada de recursos hídricos e o tratamento de água potável, podem ajudar a reduzir os riscos associados à presença de diatomáceas potencialmente produtoras de toxinas em reservatórios do semiárido. Além disso, a conscientização sobre os perigos das toxinas produzidas, não só pelas cianobactérias, mas também por outros organismos como as diatomáceas, é essencial para promover a segurança da água e proteger a saúde humana e ambiental.

REFERÊNCIAS

ALVARES, Clayton Alcarde et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

AZEVEDO, Jéssica da Silva. **Diversidade de diatomáceas (Bacillariophyta) perifíticas no reservatório de Curuá-una (Santarém, Amazônia, Brasil)**. 2020. 127 p. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais) - Universidade Federal do Oeste do Pará, Faculdade de Santarém, Pará, 2020.

BARBOSA, José Etham de Lucena et al. Aquatic systems in semi-arid Brazil: limnology and management. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 24, p. 103-118, 2012.

CARDOSO, A. S. **Modelagem quali-quantitativa da água no eixo leste do projeto de integração do Rio São Francisco: o caso do Alto Curso do Rio Paraíba**. 2022. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Pernambuco, Faculdade de Recife, Pernambuco, 2022.

GLIBERT, Patricia M. Harmful algae at the complex nexus of eutrophication and climate change. **Harmful algae**, v. 91, p. 101583, 2020.

GOMES, Flávia Ingrid Bezerra Paiva; ZANELLA, Maria Elisa. Histórico, causas e características da semiaridez do Nordeste do Brasil. **Geografares**, n. 37, 2023.

MCGOWAN, Suzanne. Harmful algal blooms. In: **Biological and Environmental Hazards, Risks, and Disasters**. Elsevier, 2023. p. 9-53.

PENG, Xue et al. Annual changes in periphyton communities and their diatom indicator species, in the littoral zone of a subtropical urban lake restored by submerged plants. **Ecological Engineering**, v. 155, p. 105958, 2020.

RAMALHO, Maria Francisca de Jesus Lírio. A fragilidade ambiental do Nordeste brasileiro: o clima semiárido e as imprevisões das grandes estiagens. **Sociedade e Território**, v. 25, n. 2, p. 104-115, 2013.

RÜHLAND, Kathleen M.; PATERSON, Andrew M.; SMOL, John P. Lake diatom responses to warming: reviewing the evidence. **Journal of paleolimnology**, v. 54, p. 1-35, 2015.

SEMEDO, Elisangela Maria da Moura. **Avaliação do impacto de diferentes atividades humanas na diversidade biológica de sistemas aquáticos-Diatomáceas**. 2021. Dissertação (Mestrado em Biologia e Gestão da Qualidade da Água) - Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, 2021.

SILVA-LEHMKUHL, Angela Maria da et al. Periphytic diatoms from an oligotrophic lentic system, Piraquara I reservoir, Paraná state, Brazil. **Biota Neotropica**, v. 19, p. e20180568, 2019.

ZHANG, Yanyan et al. Harmful cyanobacteria-diatom/dinoflagellate blooms and their cyanotoxins in freshwaters: A nonnegligible chronic health and ecological hazard. **Water Research**, v. 233, p. 119807, 2023.

Área: Monitoramento e Avaliação da Qualidade da Água

ECOLOGIA E SAÚDE DOS ECOSISTEMAS AQUÁTICOS NA PARAÍBA: UMA INVESTIGAÇÃO SOBRE ALGAS E CIANOBACTÉRIAS

Gleydson Kleyton Moura Nery¹; Janiele França Nery²; Fabiane Rabelo da Costa Batista¹

¹ Núcleo de Biodiversidade, Instituto Nacional do Semiárido - INSA. Francisco Lopes de Almeida, 4000. Campina Grande – PB. Email: gleydson.kleyton@gmail.com

² Instituto Federal de Educação da Paraíba – *campus* avançado Cabedelo Centro, Rua Duque de Caxias, s/n, Cabedelo – PB. E-mail: janielefnery@gmail.com

E-mail do autor correspondente: gleydson.kleyton@gmail.com

RESUMO: Os ecossistemas aquáticos desempenham um papel crucial na saúde ambiental e humana, fornecendo serviços essenciais, como a regulação do ciclo de nutrientes e a oferta de água potável. No entanto, a intensificação dos processos de eutrofização em corpos d'água tem levado ao aumento das florações de cianobactérias, causando preocupações ambientais e de saúde pública. Este estudo investigou a diversidade e distribuição de algas e cianobactérias em 12 reservatórios na Paraíba, com ênfase nos potenciais riscos à saúde ambiental e humana. Amostras de água foram coletadas e analisadas quanto à densidade de algas e cianobactérias, revelando uma grande variedade taxonômica, com destaque para as cianobactérias como os organismos mais abundantes. A presença de espécies potencialmente produtoras de cianotoxinas foi registrada, indicando riscos significativos para a qualidade da água e os usos múltiplos dos reservatórios. Com base nos resultados, sugere-se a implementação de medidas de gestão e conservação para mitigar os impactos das florações de cianobactérias e proteger a saúde dos ecossistemas aquáticos e das comunidades humanas.

Palavras-chave: Ecossistemas aquáticos, Cianobactérias, Eutrofização, Saúde ambiental.

INTRODUÇÃO

Os ecossistemas aquáticos desempenham um papel fundamental na manutenção da saúde ambiental e humana, fornecendo serviços ecossistêmicos vitais, como a regulação do ciclo de nutrientes e a provisão de água potável. Contudo, nos últimos anos, tem-se observado uma preocupante intensificação dos processos de eutrofização em corpos aquáticos em todo o mundo. Essa eutrofização, muitas vezes causada pelo excesso de nutrientes provenientes de

atividades humanas, tem como consequência a ocorrência de florações de cianobactérias (WILK-WOZNIAK *et al.*, 2016; NERY *et al.*, 2024).

Cianobactérias são microorganismos procarióticos fotossintetizantes que desempenham um papel importante nos ecossistemas aquáticos, sendo uma fonte primária de alimento para muitos organismos aquáticos, além de fixação de nitrogênio atmosférico. No entanto, algumas espécies de cianobactérias podem formar florações nocivas, liberando toxinas que representam riscos para a saúde humana e ambiental (CHARMICHAEL, 2001).

Essas cianobactérias podem liberar uma variedade de toxinas, como microcistinas, saxitoxinas e anatoxinas, que têm efeitos prejudiciais sobre organismos aquáticos, incluindo peixes, crustáceos e microorganismos. Além disso, essas toxinas podem contaminar as águas superficiais e subterrâneas, comprometendo não apenas a biodiversidade, mas também os usos múltiplos da água, como o abastecimento público, a recreação e a pesca (MOURA *et al.*, 2018).

Neste contexto, o presente estudo tem como objetivo investigar a saúde dos ecossistemas aquáticos na Paraíba, com foco na diversidade e distribuição de algas e cianobactérias.

METODOLOGIA

O estudo foi realizado em 12 reservatórios do semiárido da Paraíba, categorizados a partir de sua capacidade de acumulação hídrica (i) reservatórios com até 10hm³: Açude Gurjão, Cochós, Frutuoso; (ii) reservatórios de 10 a 100hm³: Cordeiro, Cachoeira dos Cegos, São Gonçalo; (iii) reservatórios de 100 a 250hm³: Argemiro de Figueiredo, Saco, Lagoa do Arroz; (iv) reservatórios de 250 a 500hm³: Epitácio Pessoa, Coremas, Engenheiro Ávidos. Estes reservatórios são de grande importância para a população da região semiárida paraibana, sendo responsáveis pelo abastecimento de aproximadamente 58% da população de todo o estado, além de usos múltiplos como recreação, pesca, cultivo de peixes em tanques rede e irrigação. Contudo a qualidade da água desses mananciais está comprometida pela intensa atividade antrópica em sua bacia de drenagem tais como: entrada de efluentes domésticos; cargas de poluentes por atividades agrícolas; fontes oriundas da criação de animais e atividades de pisciculturas em tanques-rede (VASCONCELOS *et al.*, 2011).

Amostras de 300 mL de água foram coletadas, nos meses de junho (período chuvoso) e novembro (período seco) de 2019, fixadas com solução de lugol acético para determinação da densidade de algas e cianobactérias. A abundância das populações de algas e cianobactérias (Ind/mL) foram estimadas pelo método da sedimentação de Utermöhl (1958),

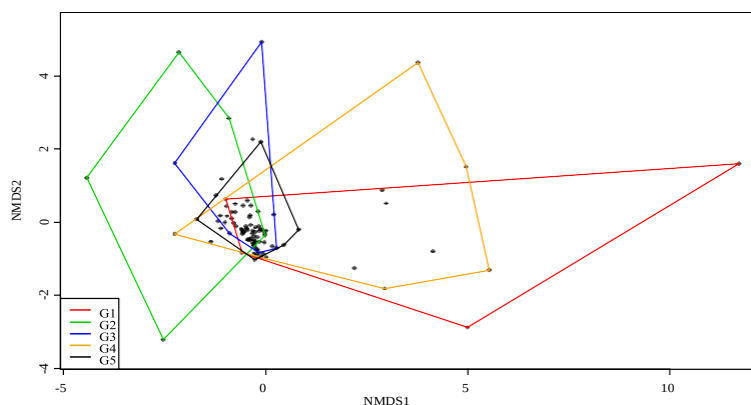
em microscópio invertido. O volume sedimentado foi definido de acordo com a concentração de algas e/ou de detrito. O tempo de sedimentação foi de pelo menos três horas para cada centímetro de altura da câmara. Os indivíduos (células, colônias, filamentos) foram enumerados em campos aleatórios (UHELINGER, 1964), em número suficiente para alcançar 100 indivíduos da espécie mais frequente, sendo o erro inferior a 20%, ($p < 0,05$) (LUND *et al.*, 1958).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição taxonômica do fitoplâncton nos reservatórios totalizou 130 táxons infra-genéricos distribuídos em 9 grupos taxonômicos: Cyanobacteria (37,9%), Chlorophyceae (26,2%), Bacillariophyceae (23,1%), Euglenophyceae (5,4%), Zygnemaphyceae (4,6%), Cryptophyceae (1,5%), Dinophyceae (1,4%) e Ceratiaceae (0,8%), Oedogoniaceae (0,8%).

A nMDS para composição da comunidade fitoplanctônica, apresentou uma separação entre os grupos de reservatórios e períodos hidrológicos (figura 1). Os resultados da PERMANOVA ratificam o padrão de ordenação apresentado, sendo observadas diferenças significativas entre os grupos (Pseudo F= 5,85; $p = 0,001$).

Figura 1. Escalonamento multidimensional não paramétrico (nMDS) considerando a distribuição da comunidade fitoplanctônica nos grupos de sistema G1 (A), G2 (B), G3 (C), G4 (D) e G5 (E), em 2019.



Um total de 48 cianobactérias foram registradas nos reservatórios ao longo das amostragens. As espécies mais frequentes foram *Raphidiopsis raciborskii*, *Pseudoanabaena galeata* e *Anagnostidinema amphibium* as quais são potencialmente produtoras de cianotoxinas.

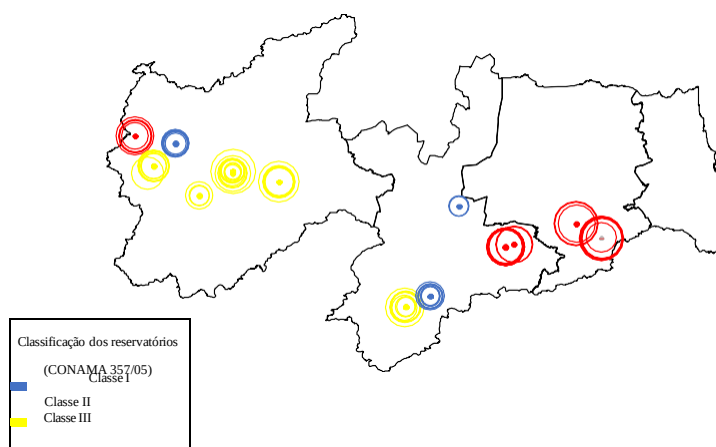
A densidade de cianobactérias variou de 251 a 4.315.336 cel/mL com maiores valores nos reservatórios Gavião, Acauã e Boqueirão (Figura 2). As espécies de cianobactérias mais

abundantes nos sistemas foram *Raphidiopsis raciborskii*, *Limnothrix planctonica*, *Pseudoanabaena galeata*, *Microcystis protocysties* e *Microcystis aeruginosa*, todas potencialmente produtoras de cianotoxinas.

Raphidiopsis raciborskii é a espécie mais freqüente em reservatórios do semiárido brasileiro (MOURA *et al.*, 2018), sendo considerada uma espécie exótica e invasora, para esta região. Acredita-se, baseado em aspectos ecológicos, fisiológicos e genéticos, que *R. raciborskii* se expandiu da África e Austrália para Eurásia e Americas, colonizando assim todo o globo (WILK-WOZNIAK *et al.*, 2016). O sucesso de expansão dessa espécie deve-se a combinação de vários fatores como: (i) tolerância ecológica; (ii) rápida capacidade de adaptação; (iii) elevada capacidade fenotípica; e (iv) capacidade de rápida adaptação a condições extremas. No entanto, *C. raciborskii* foi observada majoritariamente em locais com águas quentes (>20°C), baixa transparência da água e elevada concentração de nutrientes.

A distribuição das florações de cianobactérias no estado da Paraíba apresenta uma tendência de aumento das densidades na direção sertão-agreste sendo as espécies filamentosas dominantes (Figura 2). Considerando as densidades de cianobactérias, os reservatórios de água monitorados podem ser enquadrados, de acordo com a resolução CONAMA 357/05, em classe I (Gurjão, Cordeiro e Cochos) em que preconiza-se monitoramento mensal da densidade de cianobactérias e tratamento simples para distribuição a população, Classe II (Cachoeira dos Cegos, Coremas, Engenheiro Ávidos, Camalaú) e Classe III (Boqueirão, Acauã, Gavião e Lagoa do Arroz), as quais necessitam de tratamento avançado para distribuição a população. Salienta-se que não se recomenda o uso de águas classe III a dessedentação de animais, sendo a irrigação restrita a arbóreas, cerealíferas e forragens.

Figura 2. Mapa do estado da Paraíba com a distribuição das densidades de cianobactérias nos reservatórios estudados e as respectivas classificação de usos segundo CONAMA 357/05.



CONCLUSÕES

A presença de espécies potencialmente produtoras de cianotoxinas em reservatórios de usos múltiplos ressalta a urgência de ações preventivas para proteger a qualidade da água e salvaguardar os serviços ecossistêmicos essenciais fornecidos por esses ambientes. Portanto, medidas de monitoramento contínuo e controle da eutrofização são essenciais para promover a saúde ambiental e humana nas regiões afetadas.

REFERÊNCIAS

CARMICHAEL, W.W. 2001. Health effects of toxin-producing cyanobacteria: The CyanoHABs. *Human and Ecological Risk Assessment*, 75: 1393-1407.

LUND, J.W.G.; KIPLING, C. & LECREN, Ed. 1958. The inverted microscope method of estimating algal numbers and the statistical basis of estimations by counting. *Hydrobiologia*, 11: 143–170.

MOURA A, ARAGÃO-TAVARES N K, AMORIM C. 2018. Cyanobacterial blooms in freshwater bodies in a semiarid region, northeastern Brazil: A review. *Journal of Limnology*, 77 (2): 179-188.

Nery, J. F., Nery, G. K. M., Ferreira, W. B., & da Costa Batista, F. R. 2024. Florações de *Raphidiopsis raciborskii* (Woloszynska) Aguilera & Al. 2018 em Reservatórios do Semiárido: Uma Abordagem Bayesiana Integrada. *Revista de Gestão Social e Ambiental*, 18(2), e04044-e04044.

UHELINGER, V. 1964. Étude statistique des méthodes de dénombrement planctonique. *Archives Sciences*, vol. 17, p. 121-123.

UTERMÖHL, H. 1958. Zur Vervollkommen der quantitativen Phytoplankton-Methodik. *Mitteilung Internationalen Verein Limnologie*, 9: 1- 38

VASCONCELOS, J.F.; BARBOSA, J.E.L.; DINIZ, C.R.; CEBALLOS, B.S.O. 2011. Cianobactérias em reservatórios do Estado da Paraíba: ocorrência, toxicidade e fatores reguladores. *Boletim Abimno*, v. 39, n. 2, p. 1-20

WILK-WOŹNIAK, E., W. SOLARZ, K. NAJBEREK & A. POCIECHA, 2016. Alien cyanobacteria: an unsolved part of the “expansion and evolution” jigsaw puzzle? *Hydrobiologia* 764: 65–79.

Área: Educação Ambiental e Conscientização Pública

EDUCAÇÃO AMBIENTAL E CONSCIENTIZAÇÃO SOBRE O USO RESPONSÁVEL DA ÁGUA: AVALIAÇÃO DE INICIATIVAS E IMPACTOS EM UMA EMPRESA DE CALÇADOS

Michael Lopes da Silva¹; Waldênio Barbosa da Silva²; Maraci de Sousa Virgolino³; Maria Adriana de Freitas Mágero Ribeiro⁴

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

²Alpargatas S/A, Santa Rita, E-mail: waldenio@alpargatas.com

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

⁴Universidade Estadual da Paraíba, Araruna, E-mail: drickadefreitas@gmail.com

E-mail do autor correspondente: michael@aes.pb.gov.br

RESUMO: O presente estudo teve como objetivo principal a análise dos aspectos críticos relacionados à conscientização ambiental e ao uso responsável da água em uma empresa de calçados. A avaliação de iniciativas e seus impactos buscou compreender a eficácia das práticas adotadas pela empresa no contexto da preservação ambiental e da gestão sustentável dos recursos hídricos. Para atingir esse propósito, foi empregada uma abordagem metodológica que incluiu a aplicação de questionários de pesquisa a um grupo específico de entrevistados, seguindo uma metodologia quantitativa. Essa estratégia possibilitou a coleta de dados numéricos e objetivos, fundamentais para a análise e formulação de conclusões embasadas sobre a eficácia das práticas ambientais e hídricas implementadas pela empresa. A interpretação dos resultados obtidos por meio dessa análise permitiu a extração de conclusões significativas sobre a efetividade das iniciativas sustentáveis da empresa em relação à conscientização ambiental e ao uso racional da água. Estas conclusões destacaram não apenas os pontos fortes das práticas adotadas, mas também identificaram áreas que requerem aprimoramento contínuo para promover uma gestão ainda mais responsável dos recursos naturais.

Palavras-chave: Educação Ambiental; Recursos Hídricos; Responsabilidade Social Corporativa.

INTRODUÇÃO

A água é um recurso fundamental para a vida humana e o desenvolvimento sustentável, porém sua disponibilidade está cada vez mais ameaçada devido ao crescimento populacional, urbanização desordenada e mudanças climáticas. Nesse contexto, a educação ambiental e a conscientização desempenham um papel crucial na promoção do uso responsável da água e na gestão sustentável dos recursos hídricos.

Segundo a Lei nº 9.795 (BRASIL, 1999) reconheceu e institucionalizou a Educação Ambiental (EA) ao legalizar seus princípios, transformando-a em objeto de políticas públicas, além de fornecer à sociedade um instrumento de cobrança para sua promoção. Sua finalidade é legalizar a obrigatoriedade de trabalhar o tema de forma transversal, conforme foi proposto pelos Parâmetros e Diretrizes Curriculares Nacionais (BRASIL, 1997), e reforçado pelo Plano

Nacional de Educação (BRASIL, 2001). Neste artigo, a Educação Ambiental é vista sob a perspectiva da Lei nº 9.795 (BRASIL, 1999), como: “[...] processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade”.

A Educação Ambiental pode ser subdividida em duas categorias: formal e não formal. A formal ocorre na educação escolar desenvolvida nas instituições de ensino públicas e privadas, englobando: educação básica (educação infantil, ensino fundamental e ensino médio), educação superior, educação especial, educação profissional e educação de jovens e adultos. A não formal ocorre nas ações educativas que sensibilizam a coletividade sobre questões ambientais na defesa da qualidade e da conservação do meio ambiente e na conscientização de agricultores e pescadores, por meio de práticas educativas e não predatórias como o ecoturismo (BRASIL, 1999).

Como expõem Moura & Rocha (2012) o relacionamento da empresa com a comunidade é desenvolvido, sistemicamente, por práticas de Gestão Ambiental e de Educação Ambiental, fundamentadas na Responsabilidade Social, através de frentes distintas de trabalho, mas com um objetivo comum: preservar a água e a vida, provocando a reflexão dos agentes dos danos ambientais, que ignoram ou subestimam os custos dos padrões insustentáveis de consumo dos recursos naturais e seu prejuízo para a humanidade.

A crise ambiental existente provoca questionamentos sobre a necessidade de mudanças de atitudes e paradigmas, visto que, por meio do saber ambiental, o homem adquire conhecimentos que entrelaçam sociedade e natureza, partindo de um olhar complexo das relações estabelecidas entre estas variáveis (SILVEIRA & LORENZETTI, 2021).

Portanto, este artigo visa avaliar iniciativas de educação ambiental e conscientização sobre a importância do uso responsável da água e seu impacto na gestão sustentável dos recursos hídricos utilizando como dados resultantes de aplicação de questionário aos funcionários da Empresa conduzida em estrita conformidade com as diretrizes éticas, incluindo a obtenção de consentimento informado dos participantes, a garantia da confidencialidade dos dados coletados e a eliminação de qualquer viés na coleta e interpretação dos dados.

METODOLOGIA

Este estudo adotou uma abordagem metodológica quantitativa, utilizando a pesquisa exploratória que engloba investigações bibliográficas, e documental.

A pesquisa estabeleceu conceitos e fundamentações sobre educação ambiental em

corporações, utilizando diversas fontes e a coleta de dados envolveu 100 (cem) colaboradores da Empresa de Calçados através de questionários online, bem como auxiliado uma visita técnica ao empreendimento permitindo visualizar e compreender detalhadamente as práticas e procedimentos ambientais adotados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

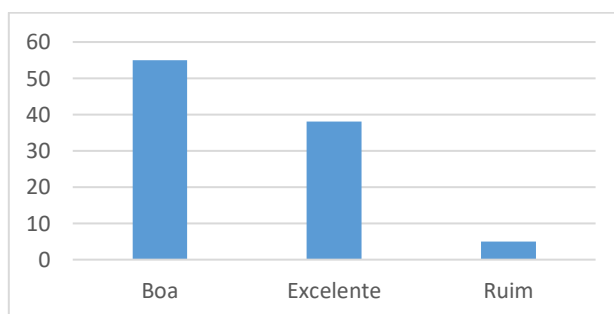
Os resultados do projeto revelaram uma série de iniciativas bem-sucedidas como eventos sobre a mobilização e sensibilização em torno do Dia Mundial da Água, conforme Figura 1 e incluíram a realização de um concurso de projetos desenvolvidos por funcionários para reutilização de água. Um dos projetos premiados foi a Reutilização de Água das Cristalizadoras no processo de preparação do desmoldante de acordo com Figura 2.

Figuras 1 e 2. Evento Dia Mundial da Água e Resultado do Projeto Premiado



Através da utilização do questionário online, destacaram-se alguns resultados, como a percepção dos colaboradores em relação à gestão ambiental no local de trabalho. (Figura 3).

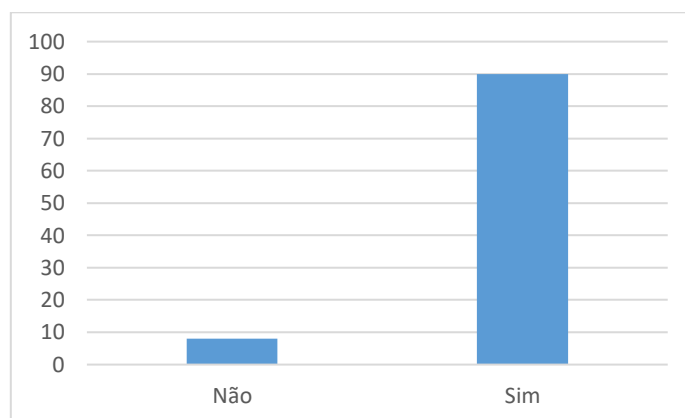
Figura 3. Percepção sobre a Gestão Ambiental no Ambiente de Trabalho



Fonte: Autoria própria (2024).

Como também o reconhecimento que a Empresa possa implementar mais ações na sustentabilidade ambiental e o uso responsável dos recursos hídricos (Figura 4).

Figura 4. Constatação sobre a Empresa realizar mais ações na área



Fonte: Autoria própria (2024).

A análise dos resultados ressaltou a importância da educação ambiental e conscientização pública como ferramentas essenciais para promover comportamentos sustentáveis relacionados ao uso da água, assim como o reconhecimento dessas práticas por incentivarem iniciativas provenientes de todos os setores.

CONCLUSÕES

A importância da educação ambiental e conscientização sobre o uso responsável da água é evidente nos resultados apresentados como também fortalece a sustentabilidade ao ampliar a percepção dos colaboradores na conservação dos recursos naturais. A implementação de programas educacionais e campanhas de sensibilização contribui significativamente para a preservação ambiental e uso adequado dos recursos hídricos, destacando a colaboração entre empresas e sociedade civil na promoção de práticas sustentáveis. Torna-se crucial que as empresas invistam continuamente em iniciativas de educação ambiental para garantir água de qualidade para as gerações futuras, fortalecendo a responsabilidade social corporativa e contribuindo para o desenvolvimento sustentável a longo prazo.

REFERÊNCIAS

BRASIL. 1999. **Lei N. 9.795, de 27 de abril de 1999**. Dispõe sobre Educação Ambiental, institui Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19795.htm. Acesso: 26 abr. 2024.

BRASIL. 1998. **Parâmetros curriculares nacionais: terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental: introdução aos parâmetros curriculares nacionais / Secretaria de Educação Fundamental.** Brasília: Ministério da Educação, 175 p. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/introducao.pdf>. Acesso: 26 abr. 2024.

[MOURA, Fabiana Maria Campos.](#) ROCHA, Nívea Maria Fraga. **Educação Ambiental e Sustentabilidade: Estudo de Caso em Empresa Baiana de Águas e Saneamento.** RCA. Revista de Ciências Ambientais (UniLASALLE), 2012. Disponível em: <https://revistas.unilasalle.edu.br/index.php/Rbca/article/view/429>. Acesso: 25 abr. 2024.

SILVEIRA, Dieison Prestes da; LORENZETTI, Leonir. **Estado da Arte sobre a Educação Ambiental Crítica no Encontro Pesquisa em Educação Ambiental.** REVISTA PRAXIS & SABER: MAESTRÍA EN EDUCACIÓN **JCR**, v. 12, p. 1-15, 2021. Disponível em: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S2216-01592021000100088&script=sci_arttext. Acesso: 09 maio. 2024.

Área: Monitoramento e Avaliação da Qualidade da Água

EFEITO DA TRANSPOSIÇÃO NAS MÉTRICAS TAXONÔMICAS DA COMUNIDADE DE MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS EM RESERVATÓRIOS DO SEMIÁRIDO

Rayssa Kellen Silva Cardoso¹; Emanuelle da Silva Ramos¹; Thayza Gabrielly Gonçalves de Souza¹;
Maria Eduarda Santana Veríssimo², Joseline Molozzi^{1,2}

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

Rayssa.cardoso@aluno.uepb.edu.br; emanuelle.ramos@aluno.uepb.edu.br; thayza.souza@aluno.uepb.edu.br;
maria.eduarda.verissimo@aluno.uepb.edu.br.

E-mail do autor correspondente: Rayssa.cardoso@aluno.uepb.edu.br

RESUMO

Os reservatórios no semiárido brasileiro banhados pela transposição do Rio São Francisco sofreram alterações em sua qualidade de água. Desse modo, buscamos avaliar o efeito da transposição nas métricas taxonômicas (abundância, riqueza e diversidade) de macroinvertebrados bentônicos em cenários anterior e durante a transposição de águas no reservatório de Poções localizado na cidade de Monteiro/Paraíba. Os macroinvertebrados bentônicos foram coletados em 2014 antes e em 2022 durante a transposição. No cenário antes da transposição foram encontrados 5996 organismos (14 *taxa*) e no cenário durante a transposição encontramos 3402 organismos (26 *taxa*). Além disso, verificamos que houve diferença estatística significativa na diversidade de organismos entre os cenários de transposição ($p \geq 0,05$). Essa mudança na comunidade reflete não apenas a entrada de espécies devido à transposição, mas também como a melhoria das condições ambientais afetam os organismos. Os resultados destacam a importância do monitoramento ambiental contínuo para entender os efeitos das atividades humanas, como a transposição, nos ecossistemas aquáticos, além da necessidade de planejamento e medidas de conservação para proteger a biodiversidade.

Palavras-chave: Abundância; Alterações Antrópicas; Diversidade; Riqueza.

INTRODUÇÃO

Ecossistemas aquáticos como os reservatórios possuem papéis importantes para o desenvolvimento socioeconômico, produção de alimento, turismo, entre outras funções (MOURA et al. 2023). No entanto, devido às mudanças climáticas e impactos ambientais, os reservatórios podem passar por alterações e necessitam do monitoramento da qualidade da água (PAIVA et al. 2023). Os impactos ambientais podem ser avaliados através do biomonitoramento, por fornecer informações sobre a qualidade do sistema através da dinâmica e ocorrência dos organismos (PAIVA et al. 2023; MAJNOONI et al. 2024). Dessa forma, organismos como os macroinvertebrados bentônicos são bons indicadores, por possuírem uma

alta resistência e sensibilidade (determinados organismos) a estressores ambientais e alterações antrópicas (SILVA et al. 2016; PAIVA et al. 2023). Além disso, a transposição de água do Rio São Francisco ocasionou mudanças nos reservatórios do semiárido (MEDEIROS et al. 2022).

O projeto de transposição do Rio São Francisco, visa disponibilizar água para a comunidade humana e atividades econômicas (NUNES et al. 2023). Porém, pode gerar impactos negativos e positivos na qualidade e dinâmica ambiental do sistema (BARBOSA et al. 2021). Como a introdução de espécies exóticas e aumento da diversidade taxonômica devido à conexão com outros sistemas (SILVA et al. 2016); BARBOSA et al. 2021).

Nesse sentido, o objetivo do trabalho foi avaliar métricas taxonômicas (abundância, riqueza e diversidade) de macroinvertebrados bentônicos em cenários anteriores e durante a transposição do Rio São Francisco. Esperamos encontrar uma menor abundância, riqueza e diversidade de organismos antes da transposição e uma maior abundância, riqueza e diversidade durante a transposição.

METODOLOGIA

O estudo foi realizado no reservatório de Poções, localizado no município de Monteiro, estado da Paraíba- Brasil. O reservatório encontra-se inserido na bacia hidrográfica do rio Paraíba, considerada a segunda maior do estado, compreendendo uma área total de cerca de 20.071,83 km² e abrangendo 38% do território paraibano. A coleta no reservatório de Poções foi conduzida antes da transposição no período de junho e setembro de 2014. E para mensurar o período durante a transposição, a coleta foi efetuada no mês de maio e dezembro de 2022.

Os macroinvertebrados bentônicos foram coletados utilizando uma draga Ekman-Birge (0,0255m²) na zona litorânea. Após a obtenção das amostras, estas foram imersas em solução de álcool a 70% em sacos plásticos para preservação. Em laboratório as amostras foram lavadas em água corrente utilizando peneiras de malha 1,0 e 0,5 mm de abertura. As amostras foram triadas e identificadas até o nível de família (Diptera até o nível de gênero), por meio de chaves taxonômicas, com o auxílio de microscópios e estereomicroscópios (TRIVINHO-STRIXINO & STRIXINO 1995; FERNÁNDEZ & DOMÍNGUEZ, 2001; SOUZA et al. 2007).

Para mensurar a fauna utilizamos a abundância absoluta e riqueza (número de gêneros) dos organismos. Para avaliar a diversidade dos macroinvertebrados bentônicos nos cenários anterior e durante a transposição, realizamos o índice de Shannon-Wiener (H') (SHANNON-WIENER, 1948). Este índice fundamenta-se na análise das proporções de abundância das espécies presentes na amostra, considerando tanto a uniformidade quanto a riqueza de espécies (STRONG, 2016). Também analisamos o índice de diversidade de Hill, para avaliar a

contribuição de espécies raras ($q=1$) e dominantes ($q=2$ e $q=3$) entre os cenários (HILL, 1973). Além disso, avaliamos a existência de relação significativa da diversidade anterior e durante a transposição realizando o modelo linear generalizado (GLM), utilizando a família Gaussian como distribuição de erro. Todas as análises foram realizadas no programa estatístico Rstudio (R core team, 2018-versão 1.1.456), com auxílio dos pacotes Permute, Lattice e Vegan.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No cenário antes da transposição foram encontrados 5996 organismos, dentre eles distribuídos em 14 *taxa* e no cenário durante a transposição encontramos 3402 organismos distribuídos em 26 *taxa*. O aumento na riqueza dos organismos pode ser explicado pelo melhoramento na qualidade da água durante a transposição e pela modificação das variáveis ambientais do reservatório, pois uma água de melhor qualidade e diversificação na composição granulométrica do sedimento permite que mais organismos coabitem, diferente de um ambiente eutrofizado, dessa forma sustentando uma maior diversidade de organismos (BARBOSA et al. 2021; PAIVA et al. 2023).

Antes da transposição, temos uma alta contribuição (abundância total) de organismos tolerantes como *Melanoides tuberculata* (Müller, 1774) com 73%, Oligochaeta com 20,9% e *Aedokritus* sp. (Roback, 1958) com 3,5%. Estudos mostram que a presença desses organismos pode estar relacionada à má qualidade da água, além de serem indicadores da poluição orgânica no reservatório de Poções (AZEVEDO et al. 2018). Depois da transposição, observamos uma diferença em relação aos organismos que apresentaram alta contribuição, sendo *Goeldichironomus* sp. (Fittkau, 1965) com 36,1%, *Polypedilum* sp. (Kieffer, 1912) com 24,6% e *Chironomus* sp. (Meigen, 1803) com 12,1%. Dessa forma percebemos que a transposição das águas modificou a distribuição da fauna, tornando-a mais diversificada, com uma dominância de organismos sensíveis e organismos indicadores de impacto, podendo ser explicada pela melhoria da qualidade da água (BARBOSA et al. 2021).

Com relação aos índices de diversidade analisados verificamos que houve diferença estatística significativa da diversidade de macroinvertebrados bentônicos entre os cenários de transposição para o índice de Shannon-Wiener (GLM, $p=0,02$) e o índice de Hill utilizando valor de $q=3$ (GLM, $p=0,0005$). Além disso, podemos perceber que os índices de diversidade avaliados foram mais baixos no cenário anterior à transposição (tabela 1).

Tabela 1: Índice de diversidade total de Shannon-Wiener e de Hill para macroinvertebrados bentônicos no cenário anterior e durante a transposição no reservatório de Poções, bacia hidrográfica do rio Paraíba.

Transposição	Shannon-Winner	Hill (q1)	Hill (q2)	Hill (q3)
Antes	0.801	2.227	1.727	1.583
Depois	1.886	6.595	4.548	3.917

O aumento da diversidade no cenário durante a transposição pode ser explicado pelo aparecimento de organismos sensíveis, como *Ablabesmyia* sp., *Cladoplema* sp., Corixidae, *Lauterboniella* sp., Libellulidae, Naucoridae e Planorbidae. Uma vez que à medida que a degradação ambiental diminui, a diversidade taxonômica dos macroinvertebrados apresenta uma tendência ao aumento (AZEVEDO et al., 2018). Diante disso, a diversidade dos organismos nos direciona sobre a saúde dos sistemas e sobre como as influências antropogênicas podem ameaçar a biodiversidade dos ecossistemas (AZEVEDO et al. 2016; AZEVEDO et al., 2018).

CONCLUSÃO

Nosso estudo demonstrou uma clara alteração na composição e diversidade dos macroinvertebrados, sugerindo a influência da transposição sobre os organismos de estudo. Uma vez que a transposição permitiu uma melhoria na qualidade da água. Esses resultados destacam a importância do monitoramento ambiental contínuo para entender e mitigar os efeitos das ações antrópicas nos ecossistemas aquáticos.

REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, E. de L. et al. The use of Risk Incidence and Diversity Indices to evaluate water quality of semi-arid reservoirs. **Ecological indicators**, v. 90, p. 90–100, 2018.
- AZEVEDO, E. D. L. et al. Potential ecological distribution of alien mollusk *Corbicula largillierii* and its relationship with human disturbance in a semi-arid reservoir. **Biota Neotropica**, v. 16, 2016.
- BARBOSA, J. E. L. et al. Impacts of inter-basin water transfer on the water quality of receiving reservoirs in a tropical semi-arid region. **Hydrobiologia**, v. 848, p. 651-673, 2021.
- CASTRO, C. N.; CEREZINI, M. T. Transposição do São Francisco: território, potenciais impactos e políticas públicas complementares. Brasília, DF: **Ipea**, 2022.
- MEDEIROS, E. R. et al. São Francisco River Transposition Project: Socio-economic impacts in Brazilian Northeast semi-arid region. **Papers in regional science: the journal of the Regional Science Association International**, v. 101, n. 6, p. 1441–1469, 2022.
- DE MOURA, R. S. T. et al. Interactions between cage fish farms and fishing in Brazilian semiarid reservoirs: An ecosystemic approach. **Aquaculture**, v. 575, p. 739714, 2023.

FERNÁNDEZ, H. R.; DOMÍNGUEZ, E. Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos. Tucumán: Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Naturales e Instituto M. Lillo, 2001.

HILL, M. O. Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. **Ecology**, v. 54, n. 2, p. 427-432, 1973.

MAJNOONI, Shabnam et al. Smarter water quality monitoring in reservoirs using interpretable deep learning models and feature importance analysis. **Journal of Water Process Engineering**, v. 60, p. 105187, 2024.

PAIVA, F. F. et al. Functional threshold responses of benthic macroinvertebrates to environmental stressors in reservoirs. **J. of Environmental Management**, 329: 116970, 2023.

SHANNON, C. E. A mathematical theory of communication. **The Bell system technical journal**, 27(3), 379-423, 1948.

SILVA, K. W. S. et al. Aplicação dos índices biológicos Biological Monitoring Working Party e Average Score per Taxon para avaliar a qualidade de água do rio Ouricuri no Município de Capanema, Estado do Pará, Brasil. **Revista Pan-Amazônica de Saúde**, 7:13-22, 2016.

SOUZA, L. O. I. et al. Ordem Odonata Fabricius, 1793 (Arthropoda: Insecta). **Guia on-line identificação larvas insetos aquáticos do estado de São Paulo**, v. 7, p. 23, 2007.

TUNDISI, José Galizia. Reservoirs: new challenges for ecosystem studies and environmental management. **Water Security**, v. 4, p. 1-7, 2018.

TRIVINHO-STRIXINO, S.; STRIXINO, G. Larvas de Chironomidae (Diptera) do Estado de São Paulo: Guia de identificação e diagnose dos gêneros, 1995.

Área: Monitoramento e Qualidade da Água

EFICIÊNCIA DA TÉCNICA “FLOC E SINK” NA REMOÇÃO DE FÓSFORO EM ÁGUAS DE RESERVATÓRIO EUTROFIZADO

Mateus Santos de Araújo-Silva^{1*}; Daniely de Lucena-Silva^{2*}; Ranielle Daiana dos Santos Silva^{3*}; Juliana dos Santos Severiano^{4*}; José Etham de Lucena Barbosa^{5*}

*Laboratório de Ecologia Aquática, Centro de Ciências Biológicas, Departamentos de Biologia, Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), R. Baraúnas, 351 - Universitário, Campina Grande - PB, 58429-500.

E-mail do autor correspondente: mateusjubileu.mj13@gmail.com

RESUMO

As florações de cianobactérias potencialmente tóxicas são uma resposta imediata à eutrofização, representando um risco à biota aquática e à saúde pública. Portanto, diversos métodos são desenvolvidos para mitigar esse fenômeno, entre eles a técnica “Floc e Sink”, uma técnica que utiliza de pequenas doses de coagulante e argilas para reduzir os níveis de fósforo (P) na coluna d’água. O presente estudo objetivou avaliar a eficiência desta técnica na remoção de P da coluna d’água. Para isso foram utilizados o coagulante policloreto de alumínio (PAC) e a bentonita modificada com lantânio (BML), de forma isolada e combinada. Como unidades experimentais foram utilizados 12 aquários de vidro, com capacidade de 4,32L, contendo água do reservatório Acauã. Foram testados os seguintes tratamentos, em triplicata: Controle (sem adição de produtos), PAC, BML e PAC+BML. Foram realizadas 4 amostragens nos seguintes tempos de experimentação: 2h, 24h, 48h e 72h. Nossos resultados mostraram que os tratamentos PAC e PAC+BML obtiveram a maior eficiência de remoção de P da coluna em todos os tempos testados, já a BML obteve a menor eficiência. Por fim, consideramos que a técnica “Floc e Sink” possui grande eficiência na remoção de P da coluna d’água, se tornando uma promissora alternativa na tentativa de mitigação da eutrofização, promovendo, desta forma, a melhoria da qualidade da água e fornecendo assim subsídio técnico-científico às estratégias de gestão de água, gerando conhecimento inovador atrelado à recuperação de problemas de poluição das águas de abastecimento do Estado.

Palavras-chave: Cianobactérias, cianotoxinas, “Floc e Sink”.

INTRODUÇÃO

A eutrofização é o processo decorrente do aumento das concentrações de nutrientes, principalmente fósforo (P) e nitrogênio (N), nos corpos hídricos (ZHANG et al., 2020), intensificada por atividades antrópicas (WURTSBAUGH ET AL., 2019). O P é um nutriente limitante do crescimento fitoplanctônico e as altas concentrações desse elemento nos corpos d’água estão associadas às florações de cianobactérias potencialmente tóxicas, sendo consideradas um dos principais promotores da redução da qualidade da água (HUSER et al., 2016), além de representar um sério risco à saúde humana devido a potencial produção de cianotoxinas que algumas espécies possuem (MASSEY et al., 2020).

Diante disso, medidas de redução de nutrientes têm sido amplamente estudadas e aplicadas em corpos hídricos do mundo todo (BORMANS et al., 2016). A técnica “Floc e Sink”

vem destacando-se, pois atua na redução dos níveis de P, por meio do uso de pequenas doses de coagulantes que promovem a formação de flocos, sedimentação e deposição no sedimento, e adição de argilas adsorventes que atuam na formação de uma barreira química ativa, inviabilizando o P no sedimento e evitando a ressuspensão desse material para a coluna d'água (VAN OOSTERHOUT E LÜRLING, 2010; MIRANDA et al., 2017). O controle do P na coluna d'água é mais simples devido a seu ciclo biogeoquímico não apresentar fase gasosa, diferentemente do N que possui fase gasosa e pode ser fixado por algumas cianobactérias diazotróficas (DING et al., 2018).

Um dos principais coagulantes utilizados nessa técnica, é policloreto de alumínio (PAC) que apresenta grande capacidade de coagulação, entretanto, seu uso deve ser dirigido com precaução, a fim de evitar o bioacúmulo de alumínio (Al) nos corpos hídricos (LÜRLING et al., 2017). Quanto às argilas, uma das mais utilizadas é a Bentonita Modificada com Lantânio (BML), comercialmente conhecida como Phoslock® (WAAJEN et al., 2016). A BML tem alcançado ótimos resultados relacionados à adsorção do fósforo presente na coluna d'água (VAN OOSTERHOUT E LÜRLING, 2013). Com base nisso, o presente trabalho objetivou avaliar o uso do PAC e da BML, de forma isolada e combinada, na remoção de fósforo das águas de um reservatório eutrofizado.

METODOLOGIA

Área de estudo

As amostras de água para o experimento foram coletadas no reservatório Argemiro Figueiredo, popularmente chamado de Acauã, localizado no município de Itatuba, no estado da Paraíba, Brasil (AES A, 2023). O reservatório de Acauã possui capacidade total de 253,000,000 m³, e é utilizado para abastecimento público e piscicultura, é considerado um reservatório eutrófico, com constantes registros de florações de cianobactérias (Lucena-Silva et al., 2019).

Amostras de água

A amostragem foi realizada em dezembro de 2021 na região litorânea, próxima da barragem do reservatório. Com auxílio de baldes foram coletados 150 litros de água em uma profundidade de 0,5m. Em seguida, a água foi armazenada em bombonas de 50 litros e transportada ao laboratório, sem exposição à luz solar e a temperatura ambiente.

Delineamento experimental

As unidades experimentais utilizadas foram 12 aquários de vidro, com capacidade de 4,32L (12 cm largura x 12 cm comprimento x 30 cm altura), os quais foram preenchidos com água e sedimento esterilizado do reservatório, mantidos com aeração branda, e fotoperíodo de

12 horas. Foram delimitados 4 tratamentos experimentais, o controle sem adição de produtos, e os tratamentos com adição de PAC e BML, isolados e combinados (Controle, +PAC, +BML, +PAC e BML). As concentrações de coagulantes e argilas adicionadas nos tratamentos foram determinadas de acordo com LUCENA-SILVA et al, (2019), consideradas as dosagens que em menor quantidade mostraram maior eficiência na remoção de PT e da biomassa algal em uma faixa de pH segura ($\text{pH} > 7$), sendo as seguintes: 8 mg Al L^{-1} de PAC e 100 mg L^{-1} de BML. Após a adição do coagulante e argila, a água foi misturada com auxílio de um bastão de vidro em cada aquário, e mantido em repouso. Foram retiradas alíquotas nos tempos: 2h; 24h; 48h; e 72h, da superfície dos aquários (5 cm do topo do aquário) para posterior análise das concentrações de fósforo total (PT)

Processamento laboratoriais das amostras e análises

As concentrações de fósforo total ($\mu\text{g L}^{-1}$) foram determinadas seguindo o método *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2012).

Análises estatísticas

Para testar se houve diferenças significativas na eficiência de remoção do PT da coluna d'água entre os tratamentos testados foi realizada Análise de Variância de dois fatores (ANOVA dois fatores) seguida do teste a *posteriori*, de comparação múltipla das médias, de Tukey. Todas as análises estatísticas foram realizadas com um nível de significância de 5% usando R 4.0.4 (R Development Core Team, 2021).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nossos resultados mostraram que o PAC e a combinação PAC+BML obtiveram uma alta eficiência de remoção do fósforo total (PT) da coluna d'água, permanecendo acima de 50% (Fig.1), em todos os tempos amostrados. A maior eficiência de remoção foi alcançada utilizando o PAC ($79,8 \pm 3,16\%$) no tempo de 24 horas após a aplicação do produto (Fig.1). A adição dos produtos combinados (PAC+BML), também demonstraram uma alta eficiência de remoção, sua maior eficiência ($70,49 \pm 8,05\%$) ocorreu após 2 horas da aplicação do produto (Fig.1). Resultados similares da eficiência do PAC isolado e combinado com a BML foram encontrados por LUCENA-SILVA et al. (2019), onde o PAC possui alta eficiência de remoção de PT da coluna d'água, e a BML não apresentou uma eficiência positiva. A alta eficiência do PAC está relacionada com sua menor dependência dos fatores ambientais, como pH e temperatura, quando comparado com o Sulfato de Alumínio (WANG et al., 2009). O uso do PAC é questionado devido ao acúmulo do alumínio (Al) nos corpos hídricos, uma vez que esse metal pode ser tóxico à biota aquática, e através dos processos de bioacumulação e/ou

biomagnificação, pode atingir níveis prejudiciais ao ser humano, , principalmente crianças (D’HAESE et al., 2019; SUKHARENKO et al., 2017). Alguns estudos como os de LUCENA-SILVA et al., 2019 e MAGALHÃES et al., 2016 avaliaram também alternativas de coagulantes para substituir o PAC, como a quitosana, um polissacarídeo encontrado no exoesqueleto de crustáceos, por ser um polímero orgânico e biodegradável e ter menos implicações negativas para o meio ambiente, porém além de ter demonstrado baixa eficiência de remoção, a quitosana mostrou indicações da lise celular das cianobactérias e possível liberação de toxinas intracelulares.

Já a BML obteve uma baixa eficiência de remoção do PT, a eficiência mais alta obtida pela BML ($19\% \pm 36,17$) ocorreu após 2 horas da aplicação do produto (Fig.1), e decaiu com o passar do tempo, chegando a menor eficiência de remoção ($6\% \pm 34,8$) após 48 horas da aplicação dos produtos (Fig.1).

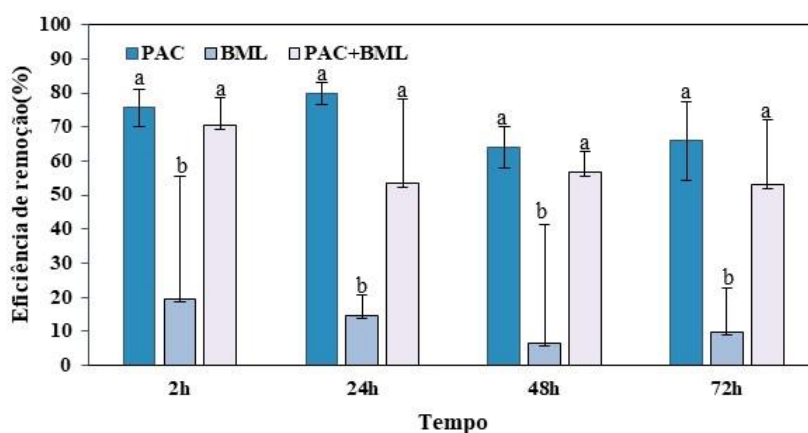


Fig 1. Eficiência de remoção do PT nos diferentes tratamentos PAC, BML e PAC+BML, 2h, 24h, 48h e 72h após aplicação dos produtos, letras diferentes diferem significativamente.

Embora a BML possua relatos de sucesso na mitigação da eutrofização como mostrado por COPETTI et al. (2016), em nosso estudo observamos baixa eficiência de remoção do fósforo, que pode estar associado ao alto valor do pH da água do reservatório (pH ~8,40) (LUCENA-SILVA et al 2019), assim como os níveis de substâncias húmicas. O pH influencia diretamente na ação da BML, estudos demonstram que sua ação é mais eficaz em pH de 7-8 (HAGHSERESHT et al., 2009; LUCENA-SILVA et al., 2019), acima disso começam a se formar complexos de ligações Lantânio (La), La-OH, que impedem que o metal se ligue ao P presente na coluna d’água (D’HAESE et al., 2019).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A técnica “Floc e Lock” demonstrou ser uma medida eficaz e promissora na melhoria

da qualidade de águas eutrofizadas através da redução dos níveis de fósforo total variando conforme o produto aplicado. O PAC e sua combinação com a BML apresentaram alta eficiência na remoção do fósforo total, todavia não diferiu significativamente da aplicação isolada do coagulante, demonstrando que a aplicação do PAC isolado é uma melhor alternativa, devido ao alto custo da argila. Já a BML isolada, apresentou baixa eficiência de remoção do fósforo. Esses resultados possibilitam o fornecimento de subsídio técnico-científico às estratégias de gestão de água, gerando conhecimento inovador atrelado à recuperação de problemas de poluição das águas de abastecimento do Estado.

REFERÊNCIAS

AESA – Agência Executiva de Gestão das Águas. Disponível em: <<http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/>>. Acesso em maio de 2024.

BORMANS, M.; MARŠÁLEK, B.; JANČULA, D. Controlling internal phosphorus loading in lakes by physical methods to reduce cyanobacterial blooms: a review. *Aquatic Ecology*, v. 50, p. 407–422, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s10452-015-9564-x>>.

COPETTI, D. et al. Eutrophication management in surface waters using lanthanum modified bentonite: A review. *Water Research*, v. 97, p. 162–174, 2016. DOI: 10.1016/j.watres.2015.11.056.

D’HAESE, P. C. et al. Human health risk associated with the management of phosphorus in freshwaters using lanthanum and aluminium. *Chemosphere*, v. 220, p. 286–299, 2019. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2018.12.

DING, S. et al. Internal phosphorus loading from sediments causes seasonal nitrogen limitation for harmful algal blooms. *Science of The Total Environment*, v. 625, p. 872–884, 2018. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2017.12.348.

HAGHSERESHT, F.; WANG, S.; DO, D. D. A novel lanthanum-modified bentonite, Phoslock, for phosphate removal from wastewaters. *Applied Clay Science*, v. 46, n. 4, p. 369–375, 2009. DOI: 10.1016/j.clay.2009.09.009.

HUSER, B. J. et al. Longevity and effectiveness of aluminum addition to reduce sediment phosphorus release and restore lake water quality. *Water Research*, v. 97, p. 122–132, 2016. DOI: 10.1016/j.watres.2015.06.051.

LUCENA-SILVA, D. de et al. Removal efficiency of phosphorus, cyanobacteria and cyanotoxins by the “flock & sink” mitigation technique in semi-arid eutrophic waters. *Water Research*. 2019. DOI: 10.1016/j.watres.2019.04.057.

LÜRLING, M.; OOSTERHOUT, F. VAN. Controlling eutrophication by combined bloom precipitation and sediment phosphorus inactivation. *Water Research*, v. 47, n. 17, p. 6527–6537, 2013. DOI: 10.1016/j.watres.2013.08.019.

MAGALHÃES, L. et al. Efficacy of Coagulants and Ballast Compounds in Removal of Cyanobacteria (*Microcystis*) from Water of the Tropical Lagoon Jacarepaguá (Rio de Janeiro, Brazil). *Estuaries and Coasts*, v. 40, n. 1, p. 121–133, 2016. DOI: 10.1007/s12237-016-0125-x.

MASSEY, I. Y. AL OSMAN, M.; YANG, F. An overview on cyanobacterial blooms and toxins production: their occurrence and influencing factors. *Toxin Reviews*, 2020. DOI: 10.1080/15569543.2020.1843060.

MIRANDA, M. et al. The efficiency of combined coagulant and ballast to remove harmful cyanobacterial blooms in a tropical shallow system. *Harmful Algae*, v. 65, p. 27–39, 2017. DOI: 10.1016/j.hal.2017.04.007.

SUKHARENKO, E. V.; SAMOYLOVA, I. V.; NEDZVETSKY, V. S. Molecular mechanisms of aluminium ions neurotoxicity in brain cells of fish from various pelagic areas. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, v. 8, n. 3, p. 461–466, 2017. DOI: 10.15421/021771.

VAN OOSTERHOUT, F.; LÜRLING, M. Effects of the novel “Flock & Lock” lake restoration technique on *Daphnia* in Lake Rauwbraken (The Netherlands). *Journal of Plankton Research*, v. 33, n. 2, p. 255–263, 2010. DOI: 10.1093/plankt/fbq092.

VAN OOSTERHOUT, F.; LÜRLING, M. The effect of phosphorus binding clay (Phoslock®) in mitigating cyanobacterial nuisance: a laboratory study on the effects on water quality variables and plankton. *Hydrobiologia*, v. 710, n. 1, p. 265–277, 2012. DOI: 10.1007/s10750-012-1206-x.

ZHANG, H. et al. Anoxia remediation and internal loading modulation in eutrophic lakes using geoengineering method based on oxygen nanobubbles. *Science of The Total Environment*, 2020. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2020.136766.

WAAJEN, G. et al. Management of eutrophication in Lake De Kuil (The Netherlands) using combined flocculant e Lanthanum modified bentonite treatment. *Water Research*, 2015. DOI: 10.1016/j.watres.2015.11.034.

WANG, Y. et al. The effect of total hardness on the coagulation performance of aluminum salts with different Al species. *Separation and Purification Technology*, v. 66, n. 3, p. 457–462, 2009. DOI: 10.1016/j.seppur.2009.02.011.

WURTSBAUGH, W. A.; PAERL, H. W.; DODDS, W. K. Nutrients, eutrophication and harmful algal blooms along the freshwater to marine continuum. *WIREs Water*, v. 6, n. 5, e1373, 2019. DOI: 10.1002/wat2.1373.

Área : Monitoramento e Avaliação da Qualidade da Água / Promoção da Saúde e Saneamento Básico

GESTÃO INTEGRADA DE ÁGUAS COSTEIRAS: O RIO CUIÁ E A PRAIA DO ARRAIAL EM JOÃO PESSOA-PB

Andrielle de Sousa Silva Sabino¹; Fabrícia Bruna Araújo Alves²; Mirella L. Motta e Costa³

^{1,2}Técnicas em Controle Ambiental, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFPB), Campus João Pessoa, Av. Primeiro de Maio, Jaguaribe, João Pessoa-PB, fabricia.bruna@academico.ifpb.edu.br, sousa.sabino@academico.ifpb.edu.br

³Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFPB), Campus João Pessoa, Av. Primeiro de Maio, Jaguaribe, João Pessoa-PB, mirella.costa@ifpb.edu.br

E-mail do autor correspondente: sousa.sabino@academico.ifpb.edu.br

RESUMO: A poluição das praias pode causar danos à saúde dos banhistas e à vida marinha. Um possível indicador de poluição é o índice de balneabilidade das águas, usado para verificar a qualidade da água destinada à recreação de contato primário. Segundo análise dos dados de balneabilidade das praias da cidade de João Pessoa-PB fornecidos pela SUDEMA (2022), a praia do Arraial esteve frequentemente imprópria entre 2020 e 2022. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho é identificar as causas que tornam a praia do Arraial imprópria. A metodologia consiste na análise exploratória dos aspectos que contribuem para a poluição da bacia hidrográfica do rio Cuiá e consequentemente da praia do Arraial, através de visitas técnicas e da construção da Análise da Cadeia Causal (ACC). Conclui-se que a principal causa técnica para que a praia do Arraial esteja permanecendo imprópria é devido ao excesso de coliformes termotolerantes advindos de lançamentos clandestinos na rede pluvial e do lançamento de efluentes da ETE-Mangabeira no rio Cuiá. Como recomendação, é necessário que sejam projetados e implantados sistemas de tratamento de efluentes capazes de tratar os esgotos de forma mais eficiente e implantado um sistema efetivo de comunicação sobre a balneabilidade das praias.

Palavras-chave: Poluição das praias; Praia do Arraial; Lançamentos de efluentes.

INTRODUÇÃO

A poluição dos oceanos é oriunda de diversas fontes, no entanto, o continente é o seu principal emissor, com cerca de 80% de contribuição. Isso decorre de atividades humanas desenvolvidas em terra, produzindo resíduos que não tem uma destinação final ambientalmente adequada na maioria das vezes, como os esgotos domésticos, efluentes industriais e plásticos (Barcelos, 2016).

Os esgotos domésticos se apresentam como um dos principais deteriorantes do espaço praiano, causando danos ao meio ambiente, à economia, ao turismo e à saúde dos que costumam frequentar as praias. Uma das consequências mais tangíveis desta ocorrência é o comprometimento da balneabilidade das águas das praias, expondo assim os banhistas a infecções de vírus, bactérias e protozoários e, ainda, pode resultar em diversos distúrbios relativos à contaminação por esgotos, provocando ainda poluição por matérias orgânicas e nutrientes (Castro Neto, 2018).

Atualmente, com o aumento da demanda recreacional e lazer, as praias sempre vêm

ganhando destaque como destino turístico mais procurado, por se tratar de ambientes naturais que proporcionam bem estar à população tanto por questões culturais ou socioeconômicas.

As praias da zona costeira da Paraíba, e em especial da cidade de João Pessoa-PB são bastante procuradas para atividades turísticas e recreacionais. Entretanto, elas têm sofrido gradativamente com a poluição continental, o que contribui para o aumento de contaminação nas praias, degradando a balneabilidade, e colocando em risco a população que utiliza a água para recreação primária.

Nesse caso, faz-se necessário buscar uma adequada gestão do uso do solo e um efetivo controle dos efluentes e resíduos na bacia hidrográfica, pois estes influenciam sobremaneira a gestão integrada das águas doces e costeiras, bem como consequentemente, os oceanos.

Através da análise estatística dos dados de balneabilidade das praias da cidade de João Pessoa, durante o período de 2020 a 2022, cedidos pela Superintendência de Administração do Meio Ambiente do Estado da Paraíba (SUDEMA), a praia do Arraial foi identificada como a praia de João Pessoa que permaneceu com balneabilidade imprópria por maior tempo durante o período analisado. Nesse sentido, a praia do Arraial foi selecionada como objeto de estudo para análise da pesquisa, que objetiva identificar as causas que tornam a praia do Arraial imprópria segundo o índice de balneabilidade.

METODOLOGIA

A metodologia do trabalho consistiu na análise exploratória dos aspectos que contribuem para a poluição da bacia hidrográfica do rio Cuiá e consequentemente da praia do Arraial, visita técnica e elaboração da Análise da Cadeia Causal.

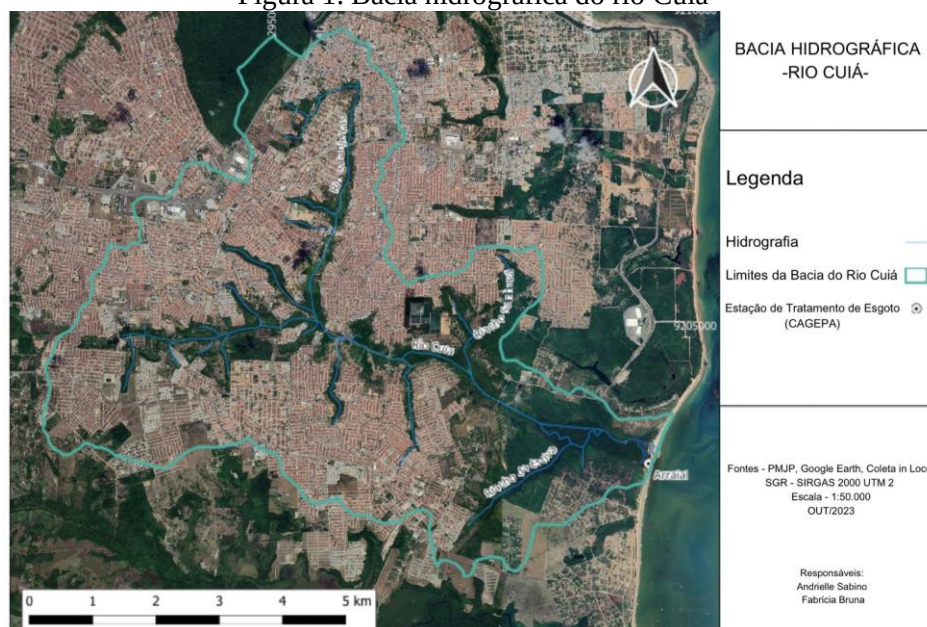
A Análise da Cadeia Causal (ACC) é uma metodologia analítica que rastreia as causas-efeitos dos impactos socioeconômicos e ambientais desde as suas causas raízes. Deve ser construída a partir do conhecimento dos problemas ambientais prioritários (*concerns*) e seus respectivos aspectos associados (*issues*). A análise de cadeia causal desenvolvida por GIWA (2002) foi elaborada principalmente a partir de sucessivas respostas à questão "Por quê?" ou "Qual é a Causa?" dos problemas ambientais identificados nos recursos naturais (Marques, 2002).

Foi elaborada a cadeia causal do problema ambiental para identificar as principais causas primárias (técnicas), secundárias (gerenciais), terciárias (político-sociais) e fundamentais (socioeconômicas e culturais). Com as causas identificadas é possível atuar na resolução dos problemas de maneira mais efetiva e não apenas paliativa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A praia do Arraial está localizada no litoral Sul de João Pessoa, possui uma extensão de 6 Km e localiza-se entre a praia do Sol ao Sul e a praia do Jacarapé ao Norte. A referida praia recebe a drenagem das águas da bacia hidrográfica do rio Cuiá, desaguando no mar. Possui vegetação de mata atlântica nativa preservada e não apresenta grande volume de resíduos sólidos.

Figura 1. Bacia hidrográfica do rio Cuiá



Observa-se na Figura 1, uma área intensamente urbanizada. Na área da bacia, localiza-se a ETE-Mangabeira que lança seus efluentes no rio Cuiá e despeja o efluente final na praia do Arraial. Conforme os dados de balneabilidade analisados, a praia do Arraial esteve imprópria em 86% do período analisado (entre 2020 a 2022). O número máximo de coliformes termotolerantes atingiu de 30.000 UFC/100mL no ano de 2020; 40.000 UFC/100ml no ano de 2021; e 29.000 UFC/100mL no ano de 2022.

Com as visitas técnicas realizadas, percebe-se que o rio encontra-se visivelmente poluído, com cor escura, com odor característico e desagradável e material flutuante (espumas no rio) que advém possivelmente de produtos industrializados originados por detergentes provenientes de esgotos domésticos e resíduos industriais. Observou-se o descaso e a poluição em uma área de valor cultural e turístico. A análise identificou as principais causas que tornam a praia do Arraial imprópria, entre as causas técnicas, gerenciais, políticas-sociais e socioeconômico e culturais (Tabela 1).

Tabela 1. Causas identificadas

Causas			
Técnicas	Gerenciais	Política-sociais	Socioeconômicos e culturais
- Lançamento de esgotos domésticos não tratados e clandestinos - Lançamento de esgotos domésticos tratados com baixa eficiência na remoção de coliformes - Disposição inadequada de resíduos sólidos - Criatório de animais - Desmatamento - Baixa capacidade de autodepuração do rio Cuiá - Degradação da qualidade da água	- Insuficiência na coleta de esgotos domésticos - Ineficiência no tratamento de esgoto domésticos - Gerenciamento inadequado de resíduos sólidos - Geração de despejos dos criatórios - Ineficácia na fiscalização - Insuficiente monitoramento qualitativo e quantitativo da água	- Falta de estruturas adequadas de esgotamento e tratamento sanitário - Falta de programas adequados de educação ambiental - Deficiência de órgão de fiscalização - Descumprimento da Política Nacional de Resíduos Sólidos - Precarização de fiscalização da vigilância sanitária	- Falta de consciência sanitária e ambiental - Ausência de vontade política - Falta de recursos financeiros - Falta de consciência coletiva do trato do bem público - Ampliação de edificações na nascente e no curso do rio

Não há como elencar uma única causa raiz para a situação apresentada. Entretanto, ao observar a relação de causa e efeito na praia do Arraial provocada pela drenagem da bacia do rio Cuiá, observa-se a grande influência do lançamento de esgotos domésticos não tratados e tratados com baixa eficiência na remoção de coliformes termotolerantes, além da disposição inadequada de resíduos sólidos, a falta de consciência sanitária ambiental e ausência de vontade política são bastantes responsáveis pelo agravamento da poluição.

CONCLUSÕES

A aplicação da matriz de cadeia causal permitiu construir, para os principais problemas detectados na área estudada, as relações casuais e elencar as diretrizes para identificar as causas que tornam a praia do Arraial imprópria.

De maneira geral, conclui-se que a principal causa para que a praia do Arraial esteja permanecendo imprópria é devido ao excesso de coliformes termotolerantes advindos de lançamentos clandestinos na rede pluvial e do lançamento de efluentes da ETE-Mangabeira no rio Cuiá, cujo ponto de lançamento distancia-se da praia cerca de 4,3 Km, fluindo pelo rio Cuiá e desaguando na praia do Arraial. A ETE-Mangabeira não possui tratamento terciário (desinfecção) no seu processo de tratamento de efluentes.

Assim, após a construção e análise da cadeia causal, para minimizar os principais problemas detectados na praia do Arraial, recomenda-se que: a CAGEPA deveria investir soluções para a retirada dos efluentes clandestinos da rede de drenagem pluvial, investir em processos de tratamento de efluentes que removam efetivamente os coliformes termotolerantes

dos efluentes domésticos, de modo que não interfira na balneabilidade do rio Cuiá e da praia do Arraial, diminuindo os riscos de contaminação por doenças de veiculação hídrica. Além disso, a SUDEMA e a Prefeitura de João Pessoa deveriam implantar um sistema efetivo de comunicação sobre a balneabilidade das praias, presencial ou virtual, que informe semanalmente a condição das praias para a população, a exemplo do Programa Bandeira Azul, adotado em diversos países do mundo.

Caso não seja tomada nenhuma ação para a diminuição da concentração de coliformes termotolerantes e continuando a praia imprópria, a população deve evitar o banho em tais praias ou no mínimo se afastar das áreas de desembocadura ou galerias pluviais.

REFERÊNCIAS

BARCELOS, L. M. D. O Impacto dos Plásticos nos Oceanos. Pingo de Lava, 2016. Disponível em: <https://montanheiros.com/pdf-files/pingo-lava/PingoLava2016-Impacto-plasticos.pdf> Acesso em 03 out. 2023.

CASTRO NETO, P. de L. Derramamento de esgotos nas praias de Manaíra e Bessa: A percepção social de um problema ambiental. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Administração). Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2018.

GIWA - GLOBAL INTERNATIONAL WATERS ASSESSMENT. Methodology: Detailed Assessment Causal Chain Analysis Policy Option Analysis. GIWA UNEP/GEF. 70p. 2002. Disponível em: scielo.br/j/esa/a/XLb7YwnxSHmBctFbr6WXY5k/?format=pdf&lang=pt Acesso em: 24 out. 2023.

MARQUES, M. Análise da cadeia causal da degradação dos recursos hídricos: proposta de modelo conceitual do projeto GIWA UNEP/GEF. In: Simpósio de Recursos Hídricos do Centro Oeste, 2, Anais... Campo Grande-MS, 2002. CD ROM. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/XLb7YwnxSHmBctFbr6WXY5k/> Acesso em: 24 out. 2023.

Área: Monitoramento e Avaliação da Qualidade da Água

IMPLEMENTAÇÃO DA SÉRIE NITROGENADA NO MONITORAMENTO QUALITATIVO DA BARRAGEM ARMANDO RIBEIRO GONÇALVES

Lidiane Alves Pimentel¹; Luana Sousa da Silva²; Raoni Lopes de Araújo Nogueira de Souza³; José de Arimatéia da Cunha⁴; Wellington da Silva Soares⁵; Paulo César Filho⁶

¹Instituto de Gestão

¹Instituto de Gestão das Águas do Rio Grande do Norte, Rua Raposo Câmara, 59065-150, Candelária, Natal, Brasil; luaasilvestre08@gmail.com

²Instituto de Gestão das Águas do Rio Grande do Norte, Rua Raposo Câmara, 3588, Candelária, E-mail: monitoramento@igarn.rn.gov.br

³Instituto de Gestão das Águas do Rio Grande do Norte, Rua Raposo Câmara, 3588, Candelária, E-mail: raoni.lopes03@gmail.com

⁴Instituto de Gestão das Águas do Rio Grande do Norte, Rua Raposo Câmara, 3588, Candelária, E-mail: aricel9494@gmail.com

⁵Instituto de Gestão das Águas do Rio Grande do Norte, Rua Raposo Câmara, 3588, Candelária, E-mail: wellington-nick@hotmail.com

⁶Instituto de Gestão das Águas do Rio Grande do Norte, Rua Raposo Câmara, 3588, Candelária, E-mail: pauloczae10@hotmail.com

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

RESUMO: O Manejo sustentável de corpos hídricos superficiais requer o monitoramento constante da qualidade da água, permitindo a obtenção de informações necessárias ao diagnóstico dos principais impactos ambientais a esses mananciais. A implantação de novos parâmetros analíticos no sistema de recursos hídricos, representa um importante avanço na ampliação de informações limnológicas, identificando possíveis problemas de interferência antrópicas, influenciando diretamente na qualidade da água. O presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de implantar no monitoramento qualitativo do Rio Grande do Norte, parâmetros que compõe a série nitrogenada no monitoramento trimestral da qualidade da água da barragem Armando Ribeiro Gonçalves, localizada em Itajá/RN, para os municípios abastecidos pela adutora Sertão Central Cabugi, através do Programa de Estímulo à divulgação de Dados de Qualidade de Água – QUALIÁGUA, tendo por finalidade a determinação do Índice de Qualidade da Água (IQA) como subsídio a oferta de água utilizada para abastecimento público. Desta forma, a sistematização de dados fornece uma gama maior de resultados úteis para um comparativo estadual e nacional, através da divulgação na Rede Nacional de Qualidade de Águas- RNQA, implicando na estruturação de órgãos gestores ambientais bem como no compartilhamento de informações para com a sociedade em geral,

Palavras-chave: Gestão Ambiental; Limnologia; Monitoramento Qualitativo; Química Ambiental.

INTRODUÇÃO

Água, como bem de valor econômico e essencial, exige um monitoramento regular da sua qualidade, garantindo seus usos múltiplos em conformidade com as normas estabelecidas.

Com o surgimento de normas internacionais, que asseguram a qualidade dos serviços dos laboratórios de ensaio e calibração, exemplo da Norma ISO 17025: Requisitos Gerais para a Competência de Laboratórios de Ensaio e Calibração, que apresenta os princípios para garantir a qualidade dos serviços prestados e demonstrar a sua competência técnica, tem sido exigida e reconhecida a necessidade de evidenciar a qualidade de um método de ensaio laboratorial, através de limiares analíticos. Por sua vez, a qualidade das águas dos mananciais é regulamentada pelas resoluções nº 357/05 e 430/11 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA, 2005), o qual estabelece diretrizes para classificação de corpos hídricos e seu enquadramento, classificando e estabelecendo condições e padrões para lançamentos de efluentes.

Este artigo foi desenvolvido no setor de monitoramento do Instituto de Gestão das Águas do Rio Grande do Norte - IGARN em parceria com o laboratório de águas da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte – EMPARN tendo como finalidade inserir analitos, que determinam a concentração em mg/L de nitrato, nitrito e nitrogênio total em amostras de águas no monitoramento limnológico da Barragem Armando Ribeiro Gonçalves, como subsídio à oferta de água em qualidade para os municípios que recebem abastecimento através do sistema adutor Sertão Central Cabugi.

METODOLOGIA

O desenvolvimento metodológico para os parâmetros de nitrato, nitrito e nitrogênio total descrito neste projeto, foi fundamentado a partir da necessidade da sistematização de dados do monitoramento de qualidade da Barragem Armando Ribeiro Gonçalves que, acrescidos aos parâmetros já monitorados pelo Instituto de Gestão das Águas do Rio Grande do Norte- IGARN em parceria com o laboratório de águas da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte- EMPARN se tornaram fundamentais na caracterização da qualidade do corpo hídrico em estudo por meio da determinação do índice de qualidade de águas - IQA. A pesquisa teórica foi iniciada a partir do estado da arte, seguido de desenvolvimento prático, através da validação qualitativa e inserção do parâmetro que determina a concentração de nitrato em águas superficiais por meio de triagem espectrofotométrica ultravioleta, nitrito por espectroscopia com medição de absorbância na região de 543 nm e nitrogênio total determinado quantitativamente através das concentrações em mg/L da série nitrogenada (nitrato, nitrito, nitrogênio amoniacal e nitrogênio orgânico) por meio de procedimentos padronizados pelo Standard Method's for the Examination of Water and Wasterwater (APHA, 2012).

A pesquisa exploratória aplicada foi realizada utilizando dados quali-quantitativos na

realização, classificação comparativa e análise da condição de qualidade limnológica da barragem Armando Ribeiro Gonçalves, apresentando importância significativa na gestão de recursos hídricos estadual. Contudo, a referida pesquisa apresentou-se de forma inovadora no sentido de execução e aplicação, através de resultados úteis em um comparativo de dados da qualidade da água como medida de saúde pública, visando índices sustentáveis, auxiliando na estruturação dos órgãos gestores ambientais, bem como, no compartilhamento de informações limnológicas para a sociedade em geral.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A inserção de novos parâmetros de análises físico-químicas no monitoramento qualitativo das águas da Barragem Armando Ribeiro Gonçalves foi realizada no setor de monitoramento do Instituto de Gestão das Águas do Rio Grande do Norte- IGARN em parceria com o laboratório de águas da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte – EMPARN apresentados neste artigo. Desta forma, o desenvolvimento, validação e implantação metodológica para determinação de nitrato, nitrito e nitrogênio total em amostras coletadas no corpo hídrico em estudo, que, por sua vez acrescidas aos parâmetros físicos e físico-químicos já monitorados pelo IGARN, foram relevantes na determinação do IQA fornecendo uma síntese de inúmeros dados provenientes do monitoramento por procedimentos analíticos submetidos à análise estatística e gráfica possibilitando a análise visual e a avaliação das alterações ao longo do tempo.

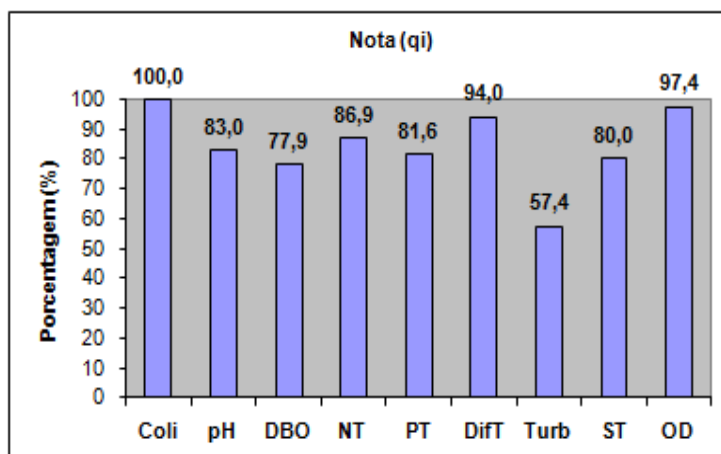
As concentrações dos analitos implantados durante este projeto foram quantificadas na 16ª campanha de monitoramento do Programa de Estímulo à Divulgação de Dados de Qualidade de Águas – Qualiágua, conforme os dados obtidos relacionados abaixo:

Tabela 1. Resultados encontrados para os parâmetros após implantação metodológica, durante a 16ª campanha de monitoramento estadual realizada na barragem Armando Ribeiro Gonçalves, no município de Itajá.

Parâmetro	Código do ponto	Valor obtido
Nitrato	PIA 30	0,450 mg/L N-NO ₃
Nitrito	PIA 30	Não detectável
Nitrogênio total	PIA 30	1,720 mg/L N

Os Valores obtidos em função da qualidade do parâmetro i obtido através da curva média específica de qualidade são observados na figura 01:

Figura 01: Resultados encontrados para o ponto em estudo



O valor obtido de IQA na barragem Armando Ribeiro Gonçalves, localizada no município de Itajá só foi possível com a implantação dos parâmetros de nitrato, onde o valor obtido para o referido índice foi 86, podendo ser classificados como sendo um IQA ótimo, de acordo com a classificação da Companhia Ambiental de São Paulo - CETESB conforme tabela 2.

Tabela 2. Resultados encontrados para os parâmetros após implantação metodológica, durante a 16ª campanha de monitoramento estadual realizada na barragem Armando Ribeiro Gonçalves, no município de Itajá.

Ponto	Valor do IQA	Classificação
PIA 30	86	Ótima

CONCLUSÕES

Conclui-se que a validação e implantação metodológica através dos procedimentos padronizados do Standard Method's for the Examination of Water and Wasterwater. 23nd Edition, para o parâmetro de nitrato, nitrito e nitrogênio total em águas naturais, apresentou resultados com maior escore de precisão e exatidão fornecendo ao estado confiabilidade, integridade de forma padronizada seguindo também orientações da Rede Metrológica, Companhia Ambiental de São Paulo - CETESB e Agência Nacional das Águas – ANA

Desta forma, podemos inferir que o Índice de Qualidade de Água (IQA) determinado após implantação metodológica dos parâmetros acima mencionados no monitoramento qualitativo trimestral realizado pelo corpo técnico do Instituto de Gestão das águas do Rio

Grande do Norte- IGARN em contrato firmado com a Agência Nacional das Águas e Saneamento Básico – ANA, através do Programa de Estímulo à Divulgação de Dados de Qualidade de Água – QUALIÁGUA, na barragem Armando Ribeiro Gonçalves localizada no município de Itajá, apresentou qualidade classificada como ótima de acordo com a classificação da Companhia Ambiental de São Paulo - CETESB (CETESB, 2017).

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Monitoramento dos Corpos Hídricos do Instituto de Gestão das águas do RN (IGARN), Agência Nacional das águas e Saneamento Básico (ANA) pelo apoio técnico e científico aportado até o momento, do Instituto de Gestão das Águas do Rio Grande do Norte (IGARN). À Fundação de Amparo e Promoção da Ciência, Tecnologia e Inovação do Rio Grande do Norte (FAPERN), por auxiliar a realização da pesquisa.

REFERÊNCIAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 21. ed. Washington: Water Environment Federation, 2005. 1496 p.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **Indicadores de qualidade - Índice de qualidade das águas (IQA)**. Disponível em:. Acesso em: 27 mai. 2017.

BRASIL. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. **Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências**. Diário Oficial da União, nº 053, 18 mar. 2005, p. 58-63.

CAMPOS, J. N. S. **Vulnerabilidade do semiárido às secas, sob o ponto de vista dos recursos hídricos**. Brasília, Projeto ÁRIDAS–RH, SEPLAN/PR, 1995.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). (2020) **Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo | Apêndice D - Índices de Qualidade das Águas São Paulo: CETESB**. Disponível em: <Disponível em:

[»https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wpcontent/uploads/sites/12/2017/11/Ap%C3%AAndice-D-%C3%8Dndices-de-Qualidade-das-%C3%81guas.pdf](https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wpcontent/uploads/sites/12/2017/11/Ap%C3%AAndice-D-%C3%8Dndices-de-Qualidade-das-%C3%81guas.pdf)

Área: Educação Ambiental e Conscientização Pública

JOGOS LÚDICOS COMO FERRAMENTAS DE CONSCIENTIZAÇÃO AMBIENTAL: UM ESTUDO DE CASO EM ESCOLAS PARAIBANAS

Marquênia Sinara Lima da Silva¹; Livia Maria Osório de Sousa²; Emanuelle da Silva Ramos³; Bruno Giovanni Rodrigues Filgueira Galdino⁴, Wilma Izabelly Ananias Gomes⁵; Joseline Molozzi⁶

^{1,2,3,4,6}Departamento de Biologia, ^{2,5,6}Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação (PPGEC), ⁵Laboratório de Ecologia de Ecologia de Bentos (LEB), Universidade Estadual da Paraíba, Rua Baraúnas, 351, Bairro Universitário, 58429-500, Campina Grande (PB), Brasil. Marquenia.silva@aluno.uepb.edu.br

RESUMO: O processo de ensino-aprendizagem pode ser baseado em diversas metodologias de ensino, mas é fundamental o diálogo entre educador e educando. Os jogos lúdicos desempenham um papel importante para o desenvolvimento cognitivo do aluno, e quando associado a temáticas que envolvem educação ambiental, contribuem para a adoção de condutas sustentáveis. Desta forma, o presente estudo tem como objetivos i) produzir jogos lúdicos como estratégia de conscientização da comunidade escolar sobre as questões ambientais e ii) relatar a experiência do uso de jogos lúdicos com jovens do 8º ano do Ensino Fundamental II de escolas públicas no Estado da Paraíba-Brasil. Foram criados ou adaptados 4 jogos que abordam temáticas inseridas nas disciplinas de ciências e biologia, são eles: Bioindicadores, Eco's UNO, Eco Cycle e Passa ou Repassa Ambiental. Durante as dinâmicas, os estudantes se mostraram participativos e interessados nas temáticas abordadas por meio dos jogos. Desse modo, os jogos se mostraram uma valiosa ferramenta que promove a interação e participação ativa dos estudantes em sala de aula, podendo auxiliar de maneira lúdica no processo de ensino-aprendizagem.

Palavras-chave: Educação Ambiental; Ensino; Consciência ambiental.

INTRODUÇÃO

Historicamente, o modelo de educação utilizado é o baseado em metodologias tradicionais de ensino-aprendizagem, denominada como educação bancária, onde o aluno é apenas um depósito de ideias (FREIRE, 2014). Ao passar dos anos, outros modelos de educação surgiram, estimulando o aluno a aprender o conteúdo de forma autônoma e participativa (CAMPOS, 2011). Neste processo de ensino-aprendizagem, os jogos lúdicos podem ser utilizados como instrumento facilitador do conhecimento, contribuindo para o desenvolvimento de habilidades sociais, emocionais e cognitivas (SANTOS et al. 2020). Além de auxiliar no desenvolvimento do aluno sob as perspectivas criativa, crítica, reflexiva, histórica e social (PINTO et al. 2021).

Dessa maneira, jogos que abordam temáticas entre o ser humano e o meio ambiente, estimulam o raciocínio crítico a favor da conservação (GONZAGA et al. 2017). Conteúdos como: mudanças climáticas, biomonitoramento, serviços ecossistêmicos e Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), estimula a adoção de hábitos sustentáveis para garantir

uma melhor qualidade de vida para atual e futuras gerações (SILVA, 2019).

Portanto, o presente estudo tem como objetivos: i) produzir jogos lúdicos como estratégia de conscientização da comunidade escolar sobre as questões ambientais e ii) relatar a experiência do uso de jogos lúdicos com jovens do 8º ano do Ensino Fundamental II de escolas públicas no Estado da Paraíba- Brasil.

METODOLOGIA

Área e de estudo

O estudo foi realizado em duas escolas públicas localizadas no município de Pocinhos (Escola Municipal Maria da Guia Sales Hermínio) e no município de Nova Palmeira (Escola Municipal de Ensino Fundamental Iran Coelho Dantas), Paraíba, Brasil.

Público-alvo

O público-alvo do estudo consiste em estudantes regularmente matriculados no 8º ano do Ensino Fundamental II, sem restrição de gênero e identidade de gênero. Os critérios de inclusão para participar da pesquisa foram: i) ter aceitado participar voluntariamente das atividades propostas e ii) pais e/ou responsáveis tenham assinado os Termos Legais, sendo o Termo de Assentimento (TA), nos casos em que o participante for menor de idade ou legalmente incapaz; e o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para os responsáveis dos menores/legalmente incapazes. Este estudo tem aprovação no Comitê de Ética da Universidade Estadual da Paraíba (Parecer Consubstanciado nº 76838723.8.0000.5187).

Processo de confecção e adaptação dos jogos

Bioindicadores

O jogo Bioindicadores possui tema relacionado à qualidade do ecossistema, tendo como base as regras do jogo da velha, e como elementos os macroinvertebrados bentônicos. O principal objetivo do jogo é proporcionar a compreensão dos jogadores sobre o que são bioindicadores e sua importância. O jogo compreende em um tabuleiro de cor gradiente representando água, dividido em 9 quadrantes.

Para jogar, é necessário ter 2 jogadores, no qual, eles deverão escolher um grupo de organismos que deseja jogar. O primeiro jogador deve posicionar sua carta escolhida no quadrante desejado, da mesma maneira, o segundo jogador deverá agir, até que não haja quadrante vago. Para haver um vencedor, é necessário que um dos jogadores preencha 3 quadrantes do tabuleiro independentemente da posição. Por fim vencedor verifica qual é a

condição do ecossistema a partir do bioindicador utilizado pelo vencedor.

Eco's UNO

O jogo Eco's UNO é um jogo de cartas inspirado no jogo criado por Merle Robbins, e tem como aplicabilidade o uso de perguntas sobre a temática de ecologia. É recomendado para pessoas a partir de 7 anos e seu número de jogadores pode variar de dois a dez. O baralho possui ao todo 124 cartas divididas em: 40 cartas normais, 44 de ação e 40 de perguntas. As perguntas estão relacionadas aos seguintes temas: mudanças climáticas, Caatinga, conservação e Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

O Eco's UNO diferencia-se do original nas cartas de +4, 0 e 9. A carta +4 possibilita ao jogador puxe uma Carta Pergunta e lê-la para o próximo jogador, caso erre, receberá 4 cartas. Caso acerte a pergunta, quem jogou a carta do +4 será punido, recebendo as cartas. Na carta 0, o jogador ditará que todos os jogadores passem o baralho para o jogador seguinte ou puxar uma Carta Pergunta para a pessoa que ele desejar. Na carta 9, os jogadores devem bater sua mão sobre a carta, o último deverá responder a uma Carta Pergunta, que será falada pelo jogador que jogou a carta 9, se ele errar deverá pegar cartas no monte.

Eco Cycle

O Eco Cycle é um jogo de cartas original que tem como objetivo apresentar as interações que a natureza realiza consigo e com o homem. O jogo possui dois grupos de cartas, as cartas dos Fornecedores, que representam animais que realizam trabalhos essenciais à vida, e os Serviços Ecossistêmicos, benefícios naturais dados pela natureza ao homem.

O jogo é realizado através de turnos, havendo uma carta de Serviço Ecossistêmico, puxada do monte de cartas e colocada no centro da mesa. Cada jogador recebe três cartas de Fornecedores, que precisam associar ao serviço referido na carta posta ao centro da mesa. Havendo associação o jogador recebe a pontuação e vence quem acumular mais pontos.

Passa ou Repassa Ambiental

O jogo Passa ou Repassa Ambiental abrange várias temáticas como; biodiversidade, conservação, mudanças climáticas e ODS. Esse jogo tem como base o game show *Double Dare* (1990). Inicialmente os alunos são divididos em 2 grupos que são instruídos por 1 mediador. Cada carta contém uma alternativa correta. Além disso, cada pergunta reunirá um representante de cada grupo e cada resposta correta será acumulada 10 pontos. Caso o representante não saiba responder ou erre a pergunta, a oportunidade passará para o adversário. Caso nenhum dos grupos saiba responder, ambos perderão 2 pontos! No final do jogo vence o grupo com maior número de pontos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os jogos foram aplicados para um público total de 82 estudantes, com idades que variam entre 12 e 16 anos. A dinâmica cria um ambiente lúdico que os desafiaram a alcançar um objetivo comum, os induzindo a usar seus conhecimentos prévios (SALOMÃO, 2007).

Durante as dinâmicas, os participantes percebiam com facilidade o objetivo central dos jogos que consiste em aprimorar e acumular conhecimento sobre meio ambiente e ecologia, aumentando as chances de sucesso nas jogadas. Posto isso a combinação de elementos lúdicos e cognitivos nos jogos representam uma estratégia valiosa no ensino de conceitos complexos que pode ajudar no desenvolvimento de habilidades (SANTOS et al. 2020).

Durante a execução do jogo dos bioindicadores, pôde-se observar que os alunos obtiveram o conhecimento sobre diferentes estados de qualidade da água e conheceram organismos que são bioindicadores de ambientes não impactados, pouco impactados ou muito impactados, seguindo para um “biomonitoramento” de forma lúdica”.

Da mesma forma foi abordado temáticas de Bens e Serviços Ecosistêmicos no jogo Eco cycle, havendo uma conexão entre os alunos e as atividades, facilitando a compreensão sobre o tema. Jogo como o Passa ou Repassa e Eco’s UNO, exigia dos participantes conhecimentos mais amplos sobre várias temáticas dentro ciências, o que os motivou a se esforçarem para responder corretamente às perguntas, tornando a atividade um complemento de ensino para o processo de aprendizagem. Assim, a eficácia do uso de jogos lúdicos no ensino, oferece múltiplos benefícios para o processo de aprendizagem (GONZAGA et al. 2017). O que contribui para uma educação libertadora, estimulando diálogo entre aluno e professor.

Figura 1: Jogos: (A) Eco cycle; (B) Bioindicadores (C) Eco’s UNO (D) Passa ou Repassa.



CONCLUSÕES

Os jogos demonstraram ser um poderoso recurso didático para promover a interação e a participação ativa dos estudantes em sala de aula. É importante ressaltar que o uso de jogos não substitui outros métodos de ensino, mas são um complemento didático.

REFERÊNCIAS

CAMPOS, L. C. D., & SILVA, J. (2011). Aprendizagem Baseada em projetos: uma nova abordagem para a Educação em Engenharia. Blumenau: Cobenge.

DA SILVA, E. M. (2019). O papel da Educação Ambiental nas ações de combate as mudanças climáticas. Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA), 14(2), 387-396.

FREIRE, P. (2014). Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa. Editora Paz e terra.

DIAS, G. F., & Salgado, S. (2023). Educação ambiental, princípios e práticas. Editora Gaia.
dos Santos, A. C., de Oliveira Santos, J., & de Brito Araujo, M. J. (2020). Lúdico como ferramenta da psicopedagogia no desenvolvimento integral das crianças. Educte: Revista Científica do Instituto Federal de Alagoas, 10(1), 1175-1183.

GONZAGA, G. R., MIRANDA, J. C., FERREIRA, M. L., COSTA, R. C., FREITAS, C. C. C., & FARIA, A. D. O. (2017). Jogos didáticos para o ensino de Ciências. Revista Educação Pública, 17(7), 1-12.

PINTO, L. Q., PAIS, A. C. V. B., NÓBILE, F. H. M., GABRIEL, G. M., & SODERO, J. P. T. (2021). Descobrindo os Elementos: a elaboração de jogos didáticos como alternativa de ensino. Brazilian Journal of Development, 7(1), 2247-2253.

SALOMÃO, HÉRICA APARECIDA SOUZA; MARTINI, MARILAINE; JORDÃO, ANA PAULA MARTINEZ. A importância do lúdico na educação infantil: enfocando a brincadeira e as situações de ensino não direcionado. Portal de psicologia, 2007.

Área: Monitoramento e Avaliação da Qualidade da Água

MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO ESTUÁRIO DO RIO PARAÍBA PELO PROJETO OBSERVANDO RIOS - SOSMA

Sansara Lúcio Ribeiro Barbosa¹; Mirella L. Motta e Costa²

¹Técnica em Controle Ambiental, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFPB), Campus João Pessoa, Av. Primeiro de Maio, Jaguaribe, João Pessoa-PB; Graduanda em Engenharia Ambiental, Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Campus I, Castelo Branco, João Pessoa-PB, slrb@academico.ufpb.br

²Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFPB), Campus João Pessoa, Av. Primeiro de Maio, Jaguaribe, João Pessoa-PB, mirella.costa@ifpb.edu.br
E-mail do autor correspondente: slrb@academico.ufpb.br

RESUMO: O monitoramento da qualidade da água é essencial para um manejo adequado dos recursos hídricos, visando garantir seus múltiplos usos para as atuais e futuras gerações. Entretanto, devido à sua insuficiência, surgem iniciativas da sociedade civil para suprir essa lacuna. A iniciativa Observando os Rios do SOS Mata Atlântica é uma ação voluntária que monitora rios localizados no bioma mata atlântica em todo o Brasil. Neste sentido, este trabalho tem como objetivo avaliar a qualidade da água da foz do rio Paraíba a partir dos dados do Observando os Rios do SOS Mata Atlântica, a fim de contribuir para a gestão e governança dos recursos hídricos e futuras tomadas de decisão. Dessa forma, a partir do material de análise e da metodologia de monitoramento do projeto, obteve-se o Índice de Qualidade das Águas (IQA) mensal da água bruta, coletada no dique do Condomínio Alamoana, no período de 2020 a 2023. Os resultados embasam os valores obtidos dos 16 parâmetros e os resultados do IQA. Por fim, classificou-se o rio como de boa qualidade no período observado.

Palavras-chave: monitoramento; qualidade da água; SOS Mata Atlântica.

INTRODUÇÃO

De acordo com a Constituição Federal de 1988, a responsabilidade pela preservação do meio ambiente de forma sustentável é do poder público e da sociedade civil, cabendo aos órgãos ambientais o devido monitoramento, nas diversas esferas (BRASIL, 1988). Entretanto, segundo Costa *et al.* (2018), devido a grandiosidade do território brasileiro (8.516.000 km²) e a relativa insuficiência de recursos financeiros destinados à gestão do meio ambiente, incluindo dos recursos hídricos, em todos os níveis da federação, levam a uma situação de grandes áreas sem monitoramento adequado.

Nesse contexto, e de acordo com os autores citados, surgem iniciativas e estratégias da sociedade civil para estabelecer um controle social sobre os recursos naturais, e sobre os sistemas de gerenciamento, principalmente utilizando-se de estratégias de monitoramento, buscando estabelecer um ambiente de governança.

Uma dessas iniciativas é o projeto Observando os Rios, da Fundação SOS Mata Atlântica, que é responsável pelo monitoramento da qualidade da água de rios, mananciais e

bacias hidrográficas no bioma Mata Atlântica e para o engajamento da sociedade na gestão dos recursos hídricos (SOSMA, 2016).

Para a organização, monitorar a qualidade da água é diagnosticar a saúde do ambiente em que se vive. A partir da observação e da identificação da condição ambiental dos mananciais e rios que cortam as cidades, pode-se reconhecer e compreender os principais problemas que afetam a população, para buscar soluções integradas que possibilitem a melhoria da qualidade de vida, o uso ecologicamente correto dos recursos naturais e a preservação e recuperação de ambientes.

Nesse sentido, o presente trabalho tem como objetivo a avaliação da qualidade da água da foz do rio Paraíba, utilizando a metodologia do Projeto Observando os Rios da Fundação SOS Mata Atlântica.

METODOLOGIA

A análise dos dados da qualidade da água foi feita com base nos dados do Índice de Qualidade da Água (IQA) da área de estudo, coletados pelo grupo de monitoramento Águas do Rio Paraíba, cadastrado no Projeto Observando os Rios da Fundação SOS Mata Atlântica. O período da análise da qualidade da água para o atual trabalho foi de 2020 a 2023.

O ponto de coleta está localizado no dique do condomínio Alamoana, no município de Cabedelo, correspondendo a latitude 7°02'58.5"S e longitude 34°51'27.1"O. Este local encontra-se no estuário do rio Paraíba, em área de manguezal, ecossistema costeiro típico do bioma da Mata Atlântica.

Os 16 parâmetros analisados pelo Projeto Observando os Rios são: temperatura da água, temperatura do ambiente, turbidez, espumas, lixo flutuante, odor, material sedimentável, peixes, larvas e vermes vermelhos, larvas e vermes brancos, coliformes totais, oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), potencial hidrogeniônico (pH), fosfato (PO₄) e nitrato (NO₃).

O monitoramento foi realizado mensalmente em campo com auxílio de um kit de análise. Ele possui cartelas colorimétricas e de orientação para o uso correto dos reagentes, vidrarias, cubetas e demais equipamentos durante os testes. Para a realização da coleta de dados, é necessário seguir o Guia de Avaliação da Qualidade da Água, em que apresenta a ordem dos parâmetros a serem analisados (SOSMA, 2016). Após a coleta de dados, eles devem ser lançados na plataforma *online* do Projeto, a fim de obter o IQA, que é imediatamente disponibilizado na plataforma por ponto de coleta.

No país, a iniciativa conta com aproximadamente 2.700 voluntários distribuídos em

todas as regiões hidrográficas da Mata Atlântica, totalizando o monitoramento de 232 rios. Tratando-se da Paraíba, há 8 rios monitorados, sendo um deles na foz do rio Paraíba. O seu grupo de monitoramento tem como nome Águas do Paraíba e está ativo desde novembro de 2020.

O cálculo do IQA é realizado por meio de um produtório ponderado, conforme a Equação 1. Sendo q_i o parâmetro normalizado analisado e w_i o peso referente ao parâmetro analisado (ANA, 2005).

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i} \quad (\text{Equação 1})$$

Por fim, a qualidade das águas, de acordo com o resultado do IQA, é classificada em *péssima*, *ruim*, *regular*, *boa* e *ótima*, conforme a pontuação apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Classificação do IQA

Pontuação	Nota final
Entre 14 e 20 pontos	Péssima
Entre 21 e 26 pontos	Ruim
Entre 27 e 35 pontos	Regular
Entre 36 e 40 pontos	Boa
Acima de 40 pontos	Ótima

Fonte: Observando os Rios (2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir, são retratados os dados do ponto de monitoramento do grupo Águas do Rio Paraíba do projeto Observando os Rios. Os dados quantitativos apresentam-se através de tabela e para os dados qualitativos são utilizados textos descritivos. Ao final, o conjunto de dados irá compor os Índices de Qualidade da Água (IQA) mensais obtidos.

A Tabela 2 mostra amplitude dos dados quantitativos, além de seus valores médios. É possível verificar parâmetros com altas faixas de variação, mas com boas médias para alguns parâmetros. No entanto, a baixa concentração de oxigênio dissolvido não condiz com a quantidade de biodiversidade do ponto de monitoramento.

Tabela 2. Resumo dos valores mínimos, médios e máximos encontrados nas análises

Parâmetros	Valor mínimo	Valor médio	Valor máximo
Temperatura da água (°C)	27	29	29
Temperatura Ambiente (°C)	26	30	32,5
Transparência (UTJ)	0	20	70
Oxigênio dissolvido (PPM)	1	2,5	6
DBO (PPM)	0	2	4

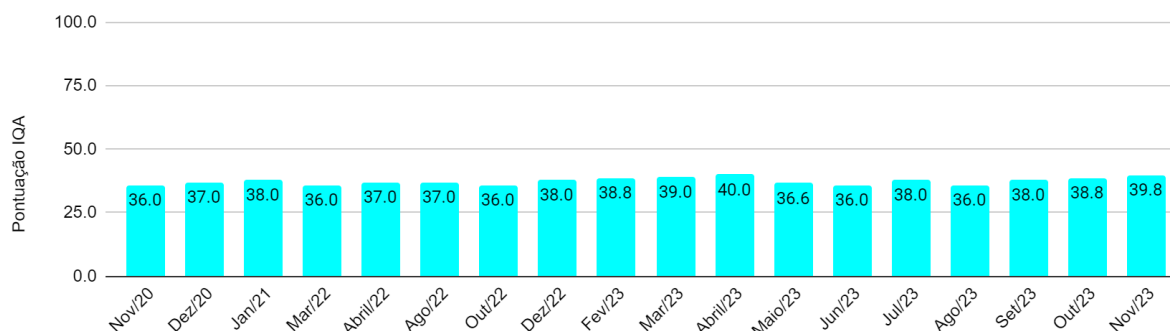
pH	5,1	6,5	7
NO ₃ (PPM)	1	2	10
PO ₄ (PPM)	1	3	5

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Em relação aos dados qualitativos, na maior parte dos valores (88,9%), não há registro de espumas no leito do rio e em 11,1% dos dados coletados, é observada em pouca quantidade. Quanto aos resíduos sólidos, na maior parte das amostras (80%) não foi verificada sua presença e em 20% encontra-se em pouca quantidade. Já em 5,3% dos dados é encontrado material sedimentável em baixa concentração e na maioria dos resultados (94,7%) registra-se sua ausência.

No que se refere aos dados sobre presença de peixes, em todas as coletas verificou-se sua abundância. Isso impacta positivamente na qualidade da água por ser um bioindicador da existência de oxigênio e de vida aquática, consequentemente. Além disso, foi verificada a ausência de larvas e vermes vermelhos e a presença de larvas/vermes transparentes ou escuros na totalidade dos dados, ambos bioindicadores nessas quantidades impactam positivamente a qualidade da água.

Figura 1. Índice de Qualidade de Água do ponto de coleta



Fonte: Elaborado pelas autoras

A Figura 1 ilustra os resultados do Índice de Qualidade Água do ponto de monitoramento. Os resultados encontram-se entre 36 e 40 pontos que compreende uma nota final classificada como “boa” para todo período de coleta de dados.

CONCLUSÕES

Os dados do IQA obtidos pelo projeto Observando Rios mostram que durante o período de coleta de dados, de novembro de 2020 a novembro de 2023, o ponto monitorado no rio Paraíba apresentou uma pontuação de qualidade considerada “boa” na totalidade do intervalo de

monitoramento. Para todo o Brasil em 2023 apenas 14 pontos (8%) tiveram qualidade *boa*; 134 pontos (77%) tiveram qualidade *regular*; 21 pontos (12,1%) qualidade *ruim*, 5 pontos (2,9%) qualidade *péssima* e nenhuma *ótima* (SOSMA, 2024).

O projeto Observando os Rios segue como uma das principais iniciativas de monitoramento da qualidade da água dos rios do Brasil, realizado por voluntários, permitindo a identificação de variações e impactos nos corpos d'água com agilidade, abrangência e frequência em relação aos dados governamentais. Ademais, é um instrumento de educação ambiental, ciência cidadã, de fomento à cidadania, de governança e de pressão em prol do acesso à água limpa para todos. O presente trabalho, através dos resultados obtidos, reforça a importância do controle social na gestão dos recursos hídricos, através de iniciativas como o projeto Observando Rios.

REFERÊNCIAS

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Panorama da Qualidade das Águas Subterrâneas no Brasil. Brasília, 2005. Disponível em: https://portalpnqa.ana.gov.br/Publicacao/PANORAMA_DA_QUALIDADE_DAS_AGUAS.pdf. Acesso em 4 maio 2024.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Senado Federal, 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 2 maio de 2024.

COSTA, M. L. M.; RIBEIRO, M. A. F. M.; EGITO, R. H. T.; CUNHA, C. R. M.; LEITE, J. P. R. Estratégias da sociedade civil no monitoramento dos recursos naturais: o caso do Projeto Observando os Rios na Paraíba. XIV Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, Maceió, 2018. Disponível em: <https://anais.abrhidro.org.br/job.php?Job=4523>. Acesso em: 30 abr. 2024.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. Manual de campo - Observando os rios. 2016. Disponível em: https://cms.sosma.org.br/wp-content/uploads/2016/05/Manual-de-Campo_-_Observando-os-Rios_WEB.pdf. Acesso em: 28 abr. 2024.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. Observando os Rios 2024: O retrato da qualidade da água nas bacias hidrográficas da Mata Atlântica. 2024. Disponível em: https://acervo.socioambiental.org/sites/default/files/documents/n1d00008_0.pdf. Acesso em: 8 maio 2024.

Área: Monitoramento e Avaliação da Qualidade da Água

NOVA MÉTRICA UTILIZANDO ROTÍFEROS COMO INDICADORES DA QUALIDADE DE ÁGUA EM RESERVATÓRIOS

Felipe Antônio dos Santos¹; Dayrla Kelly Gomes Rocha¹; Laissa Lima do Nascimento¹; Cristilane Pereira da Silva²; Juliana dos Santos Severiano³; José Etham de Lucena Barbosa³

¹ Departamento de Biologia, Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, ² Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação; ³ Graduação em Ciências Biológicas; Rua Domitila Cabral de Castro, s/n - Universitário, Campina Grande - PB, 58429-600, ² Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação; ³ Graduação em Ciências Biológicas

RESUMO:

Os ecossistemas de água doce são vitais para a biodiversidade e fornecimento de serviços ecossistêmicos, mas enfrentam ameaças crescentes de eutrofização devido ao rápido desenvolvimento urbano e agrícola. A eutrofização compromete a qualidade da água e a sobrevivência de espécies. Este estudo investigou o padrão alimentar dos rotíferos como indicadores da qualidade da água em reservatórios públicos. Realizado nos reservatórios de Acauã e Cordeiro na Paraíba, analisou os parâmetros físico-químicos da água e a comunidade zooplancônica. Os resultados revelaram diferenças na composição e diversidade das espécies entre os reservatórios, influenciadas por suas características individuais. Os rotíferos Raptorais foram associados positivamente à transparência da água, enquanto os micrófagos mostraram relação positiva com outras variáveis. Esses achados ressaltam a importância dos rotíferos como indicadores da qualidade da água em reservatórios e seu papel na manutenção dos serviços ecossistêmicos.

Palavras-chave: Comunidade Zooplancônica; Ecossistemas aquáticos; Indicadores ambientais.

INTRODUÇÃO

Os ecossistemas aquáticos de água doce desempenham papéis fundamentais no suporte à diversidade biológica e na provisão de serviços ecossistêmicos essenciais, como a reciclagem de nutrientes e a purificação da água (ESTEVES, 2011; TUNDISI, 2008). Os reservatórios, em particular, possuem características distintas, como diferenças morfológicas e hidrodinâmicas, que influenciam sua dinâmica e biodiversidade. Além de servir como fonte de água para diversas atividades humanas, o que propicia uma crescente ameaça a eutrofização e degradação devido ao rápido desenvolvimento urbano e agrícola.

A eutrofização, causada pelo excesso de nutrientes, é um dos principais problemas enfrentados pelos ecossistemas aquáticos, afetando a qualidade da água e a sobrevivência de diversas espécies (DANTAS-SILVA; DANTAS, 2013; FERREIRA et al., 2015). Essa deterioração ambiental é impulsionada pelo uso indiscriminado de fertilizantes, desmatamento

das florestas ripárias, erosão do solo e contaminação por esgoto doméstico, contribuindo para o florescimento de cianobactérias e o consequente comprometimento dos corpos d'água.

Os rotíferas, como parte importante da comunidade zooplancônica presente nos reservatórios, desempenham um papel crucial como bioindicadores da qualidade da água, refletindo diretamente as condições tróficas e físicas-químicas (ALMEIDA et al., 2006; DANTAS et al., 2009) . Seu padrão alimentar diversificado, dividido entre micrófagos e raptorais, pode oferecer valiosas informações que permite a avaliação dos efeitos da eutrofização nesses ambientes (OBERTEGGER; FLAIM, 2018; OBERTEGGER; MANCA, 2011). Por isso, o presente estudo tem como objetivo avaliar o padrão de alimentação dos rotíferas com a qualidade da água de reservatórios destinados ao abastecimento público.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado nos reservatórios de Argemiro de Figueiredo e Cordeiro localizados no Estado da Paraíba ($6^{\circ}02'12''$ e $8^{\circ}19'18''$ S; $34^{\circ}45'54''$ e $38^{\circ}45'45''$ W), na região Nordeste do Brasil. Além do abastecimento público, esses reservatórios são utilizados também para irrigação, dessedentação animal, recreação e, principalmente, para atividades agrícolas e pecuária.

A amostragem foi realizada na região de captação da água para o abastecimento público, sendo avaliado *in situ*, através da sonda multiparamétrica (Horiba – 52), os parâmetros temperatura, oxigênio dissolvido, pH, condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos e turbidez. Além da transparência da água analisada pelo disco de Secchi. Amostras de água foram coletadas para análise das concentrações de clorofila (BARTRAM; CHORUS, 1999) e o fósforo total (APHA, 1992).

Para a comunidade zooplancônica, amostras de água foram filtradas e os organismos foram fixados em formol para análise quantitativa. A identificação foi realizada até o menor nível taxonômico possível utilizando literatura especializada (ELMOOR-LOUREIRO, 1997; KOSTE; VOIGT, 1978; PERBICHE-NEVES et al., 2015). Para as análises estatísticas, foi aplicada a Análise de Variância Permutacional Multivariada (PERMANOVA), Análise de Correlação Canônica (CCA) e o números de Hill para verificar diferenças na composição e diversidade das espécies, bem como sua relação com os dados abióticos coletados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Mesmo apresentando o mesmo estado trófico (mesotrófico), Acauã exibiu um alta Clorofila *a* e menor transparência em comparação a Cordeiro. Além disso, é apontando que

Acauã apresenta uma dominância de cianobactérias pontecialmente tóxica, com ênfase para a *Planktothrix agardhii* e *Raphidiopsis raciborskii* (LUCENA-SILVA et al., 2019). Essas características próprias dos ambientes estudados, pode explicar as diferenças significativas entre as composições alimentares (Micrófagos e Raptorais) dos rotíferos entre os reservatórios (PERMANOVA; $p < 0,0001$). Com a formação de dois grupos distintos (Conforme Figura 1.), sendo a maior riqueza e diversidade de espécies em Cordeiro (Conforme Figura 2.), demonstrando a influência das particularidades, como tamanho, condições limnológicas e o estado trófico (Conforme Tabela 1.) na seleção de indivíduos colonizadores, criando nichos ecológicos distintos que favorecem algumas espécies em detrimento de outras (AL-SHAMI et al., 2013; ANAS et al., 2017; RIZO et al., 2020).

Tabela 1. Valores médios e desvio padrão das variáveis abióticas dos reservatórios amostrados.

Variáveis	Acauã	Cordeiro
Temperatura	27,3±	24,2±
pH	8,37±	7,9±
Condutividade	1,82±	0,303±
Turbidez	49,7±	38,9±
Sólidos Totais Dissolvidos	1,16±	0,197±
Oxigênio Dissolvido	6,55±	4,95±
Transparência	20±	98±
Clorofila <i>a</i>	71,94±	11,03±
Fosforo total	0,70±	0,65±
Índice de estado trófico	52,1±	51,5±
Estado Trófico	Mesotrófico	Mesotrófico

A Análise de Correspondência Canônica (CCA) entre variáveis limnológicas, a comunidade zooplancônica e padrões alimentares revelou que os rotíferos Raptorais estão associados positivamente à transparência da água (Conforme Figura 1), enquanto os rotíferos micrófagos demonstram relação positiva com o restante das variáveis analisadas, refletindo seus hábitos generalistas (AL-SHAMI et al., 2013; ANAS et al., 2017; RIZO et al., 2020).

Figura 1. CCA da distribuição dos padrões alimentares das espécies de rotífera em relação as variáveis ambientais dos reservatórios.

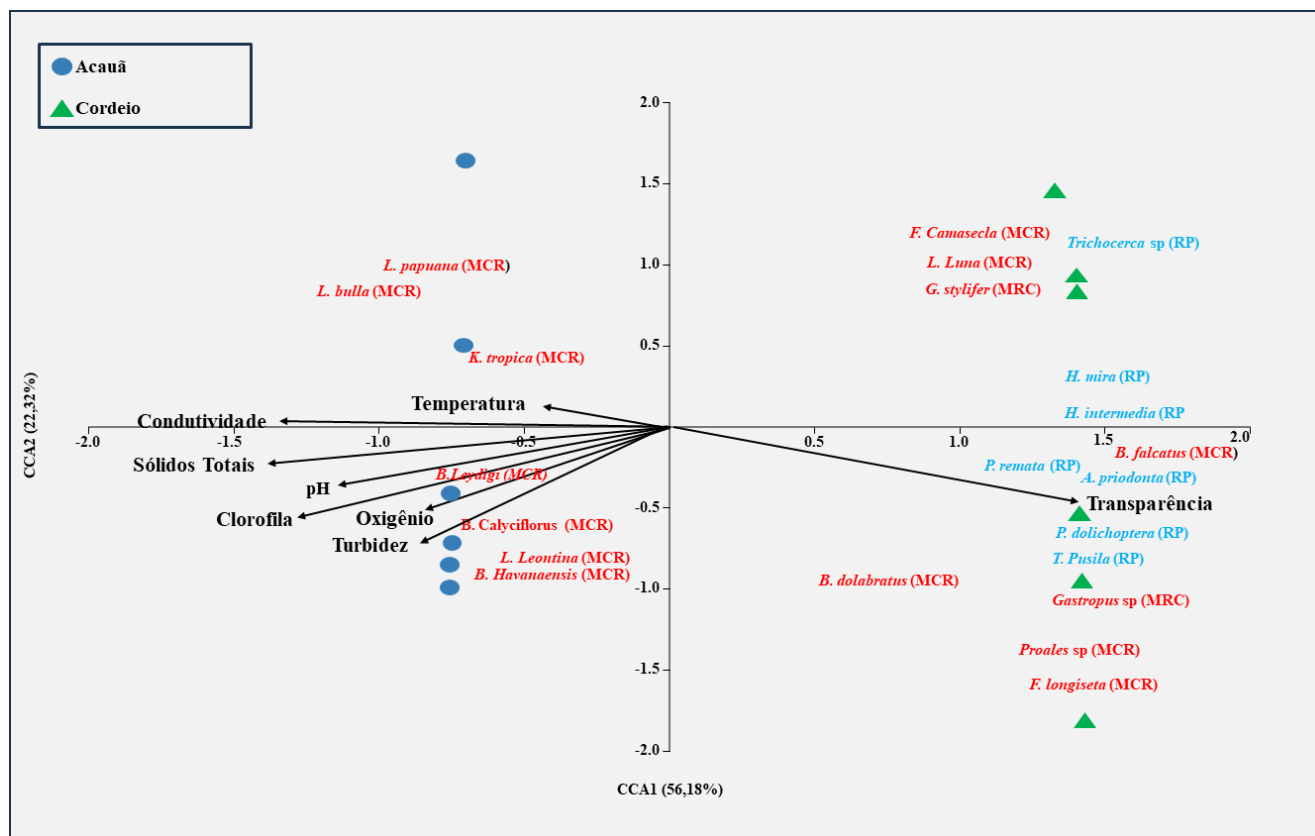
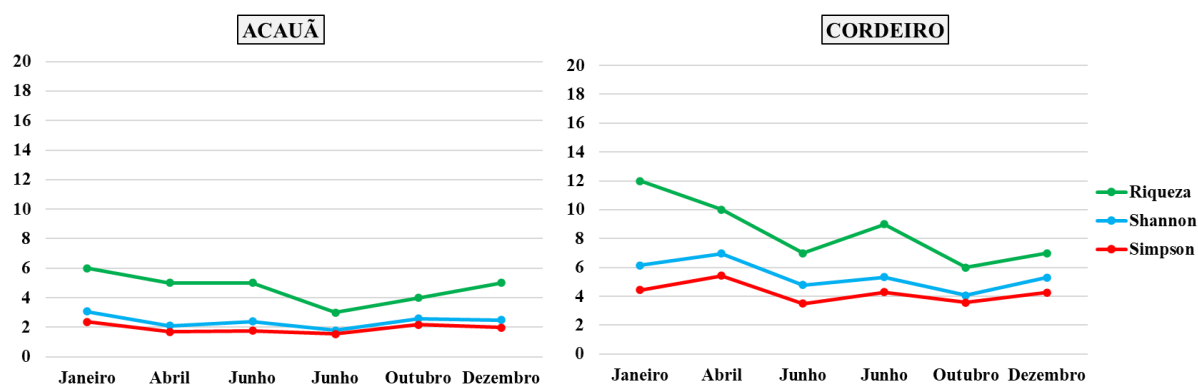


Figura 2. Riqueza e diversidade do grupo rotíferas ao longo do tempo para os reservatórios amostrados.



CONCLUSÃO

O presente estudo demonstrou a capacidade das espécies pertencentes ao grupo dos rotíferas em responder as características específicas dos reservatórios relacionadas a qualidade da água, como a transparência. Possibilitando a utilização dos padrões alimentares no monitoramento da qualidade da água de ambientes aquáticos destinados ao abastecimento público e a manutenção dos seus serviços ecossistêmicos.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, V. L. DOS S. et al. Rotifera das zonas limnética e litorânea do reservatório de Tapacurá, Pernambuco, Brasil. **Iheringia. Série Zoologia**, v. 96, n. 4, p. 445–451, 30 dez. 2006.
- AL-SHAMI, S. A. et al. Drivers of beta diversity of macroinvertebrate communities in tropical forest streams: *The drivers of macroinvertebrate beta diversity*. **Freshwater Biology**, v. 58, n. 6, p. 1126–1137, jun. 2013.
- ANAS, M. U. M. et al. Scale-dependent effects of natural environmental gradients, industrial emissions and dispersal processes on zooplankton metacommunity structure: Implications for the bioassessment of boreal lakes. **Ecological Indicators**, v. 82, p. 484–494, nov. 2017.
- BARTRAM, J.; CHORUS, I. (EDS.). **Toxic Cyanobacteria in Water: A Guide to their Public Health Consequences, Monitoring and Management**. 0. ed. [s.l.] CRC Press, 1999.
- DANTAS, Ê. W. et al. Efeito das variáveis abióticas e do fitoplâncton sobre a comunidade zooplanctônica em um reservatório do Nordeste brasileiro. **Iheringia. Série Zoologia**, v. 99, n. 2, p. 132–141, jun. 2009.
- DANTAS-SILVA, L. T.; DANTAS, Ê. W. ZOOPLÂNCTON (ROTIFERA, CLADOCERA E COPEPODA) E A EUTROFIZAÇÃO EM RESERVATÓRIOS DO NORDESTE BRASILEIRO. **Oecologia Australis**, v. 17, n. 2, p. 53–58, jun. 2013.
- ELMOOR-LOUREIRO, L. M. A. **Manual de identificação de cladóceros límnicos do Brasil**. Taguatinga, DF: Editora Universa, Universidade Católica de Brasília, 1997.
- FERREIRA, C. D. S.; CUNHA-SANTINO, M. B. D.; BIANCHINI JÚNIOR, I. Eutrofização: aspectos conceituais, usos da água e diretrizes para a gestão ambiental. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 6, n. 1, p. 65–77, 9 abr. 2015.
- KOSTE, W.; VOIGT, M. **Rotatoria, die Rädertiere Mitteleuropas: Überordnung Monogononta: ein Bestimmungswerk**. 2. Aufl ed. Berlin: Gebrüder Borntraeger, 1978.
- OBERTEGGER, U.; FLAIM, G. Taxonomic and functional diversity of rotifers, what do they tell us about community assembly? **Hydrobiologia**, v. 823, n. 1, p. 79–91, nov. 2018.
- OBERTEGGER, U.; MANCA, M. Response of rotifer functional groups to changing trophic state and crustacean community. **Journal of Limnology**, v. 70, n. 2, p. 231, 1 ago. 2011.
- PERBICHE-NEVES, G. et al. Identification guide to some Diaptomid species (Crustacea, Copepoda, Calanoida, Diaptomidae) of “de la Plata” River Basin (South America). **ZooKeys**, v. 497, p. 1–111, 20 abr. 2015.
- RIZO, E. Z. C. et al. Zooplankton in a continuous waterscape: environmental and spatial factors shaping spring zooplankton community structure in a large canyon reservoir at the tropic of cancer. **Hydrobiologia**, v. 847, n. 17, p. 3621–3635, out. 2020.
- LUCENA-SILVA, Daniely et al. Removal efficiency of phosphorus, cyanobacteria and cyanotoxins by the “flock & sink” mitigation technique in semi-arid eutrophic waters. *Water research*, v. 159, p. 262–273, 2019.
- ESTEVES, F. A. Fundamentos de limnologia. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011.
- TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. Limnologia. São Paulo: Oficina de Textos, 631p. 2008.
- APHA. Standard Methods for the examination of water and wastewater. American Public Health Association, American Water Works Association, **Water Environmental Federation**, 20th ed. Washington, 1998.

Área: Promoção da Saúde e Saneamento Básico

O DESAFIO DA UNIVERSALIZAÇÃO DO ACESSO AOS SERVIÇOS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO NA ZONA RURAL

Celene Cavalcanti de Carvalho ¹; Phamella K. Bonates Mesquita ²; Rosa Maria Lins Bonifácio³;
Laudízio da Silva Diniz ⁴

¹GEOL, Agência Executiva de Gestão das Águas (AES A), celene@aes a.pb.gov.br

²GEOM, Agência Executiva de Gestão das Águas (AES A), phamella@aes a.pb.gov.br

³GEOL, Agência Executiva de Gestão das Águas (AES A), rosalins@aes a.pb.gov.br

⁴Companhia de Água e Esgoto da Paraíba (CAGEPA), laudizio@terra.com.br

E-mail do autor correspondente: celene@aes a.pb.gov.br

RESUMO: Este trabalho exhibe uma discussão sobre a problemática na zona rural quanto à universalização do acesso a uma das vertentes do saneamento básico, o esgotamento sanitário. Segundo o SNIS 2023, apenas 50,2% do esgoto gerado no Brasil é tratado e esse percentual é ainda mais preocupante nas regiões Norte e Nordeste que possuem índices total de atendimento de 14,7% e 31,4%, respectivamente. O grande desafio dos grandes e adensados centros urbanos se expande para as zonas rurais longínquas onde o acesso a redes de coleta é inexistente. Diante deste contexto, o objetivo principal deste estudo é discutir o tema do atendimento aos serviços de esgotamento sanitário nas zonas rurais, para se chegar a algumas possíveis soluções cabíveis e eficazes que sejam economicamente viáveis e ambientalmente corretas. O maior desafio é fornecer o acesso a todos as vertentes do saneamento básico para uma população dispersa, ou seja, em áreas com baixa densidade demográfica e onde até o atendimento ao serviço de abastecimento de água é difícil de ser realizado. A vertente esgotamento sanitário, portanto, apesar da sua extrema importância para a saúde pública, não tem sido priorizado no Brasil.

Palavras-chave: Esgotamento sanitário; Saneamento básico; Zona rural.

INTRODUÇÃO

O saneamento básico é um serviço oferecido à população de grande importância para a qualidade de vida da população, conforme o Instituto Trata Brasil (BATISTA, 2012) o define como o “conjunto de medidas que visa preservar ou modificar as condições do meio ambiente com a finalidade de prevenir doenças e promover a saúde, melhorar a qualidade de vida da população, a produtividade do indivíduo e facilitar a atividade econômica”. No entanto, o acesso ainda é extremamente deficitário em todas as suas vertentes, especialmente quando se fala das populações dispersas ou pequenos aglomerados.

A oferta de água potável e o atendimento aos serviços de esgotamento sanitário têm progredido consideravelmente nas últimas décadas. No entanto, a população rural em ambos os serviços está longe de ter um atendimento conforme o estabelecido pela Legislação.

Os óbitos por Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado (DRSAI), no período entre 2008 e 2019, foram aproximadamente 0,9% do total de óbitos ocorridos no

País. Essas doenças representam ainda 21,7% dos óbitos ocorridos por Doenças Infecciosas e Parasitárias (DIP) no Brasil no mesmo período citado. Esse percentual aumenta nas Regiões Centro-Oeste e Nordeste. (IBGE, 2021)

Este trabalho tem o intuito de diagnosticar, primeiramente, a problemática do saneamento básico em áreas rurais na vertente esgotamento sanitário, fazendo-se uso de dados estatísticos. Em seguida, dentro do pressuposto de uma melhoria nos serviços, sugerir soluções viáveis, ambientalmente corretas e eficazes para o tratamento do esgoto para que futuramente se possa vislumbrar uma possível universalização.

Dentro desse contexto, pressupõe-se responder a seguinte questão: quais seriam algumas soluções possíveis para um correto tratamento do esgoto gerado no meio rural, tendo em vista uma futura universalização do acesso como preconiza a Lei 11.445 de 05 de janeiro de 2007 e Lei 14.026 de 15 de julho de 2020.

METODOLOGIA

O método de pesquisa utilizado para realização deste trabalho foi um estudo bibliográfico exploratório, com abordagem qualitativa com análise prescritiva. Esta pesquisa foi realizada através da leitura de livros e da legislação acerca do tema, consultas a artigos científicos, publicações em revistas e periódicos, sendo comparados e analisados com os objetivos e a fundamentação teórica, visando destacar qual o desafio da universalização do acesso aos serviços de esgotamento sanitário na zona rural.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Saneamento Básico é um conjunto de serviços que se relacionam entre si em suas quatro vertentes. A Lei 11.445/2007 (BRASIL, 2007) que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico, o define como um “conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo das águas pluviais urbanas.

Alguns motivos que geram dificuldade em proporcionar os serviços de saneamento básico à população rural, descritos pelo Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), são: a dispersão geográfica, devido à dimensão do país; o isolamento político e geográfico das localidades e seu distanciamento das sedes municipais; localização em áreas longínquas e de difícil acesso, seja por via aérea, terrestre ou fluvial. Outros motivos elencados têm a ver com a falta de pessoal qualificado, com as dificuldades financeiras por parte dos municípios e ausência de estratégias que possam incentivar a participação social. Além de todos esses fatores

elencados há a ausência de políticas públicas advindas das entidades municipais, estaduais e/ou federais. (BRASIL, 2022). Apesar desse contexto, existem várias alternativas individuais para o esgotamento sanitário, tais como:

FOSSA SÉPTICA BIODIGESTORA

Esta solução, além de tecnicamente viável, pela facilidade de implementação, também requer um baixo custo financeiro. O efluente, após tratamento biológico (usa-se uma mistura esterco de gado diluído em água), gera um biofertilizante que pode ser utilizado na agricultura (ROLIM, 2015). A Figura 1 mostra as etapas de construção e já implementada.

Figura 1 - Fossa séptica biodigestora em construção e implementada

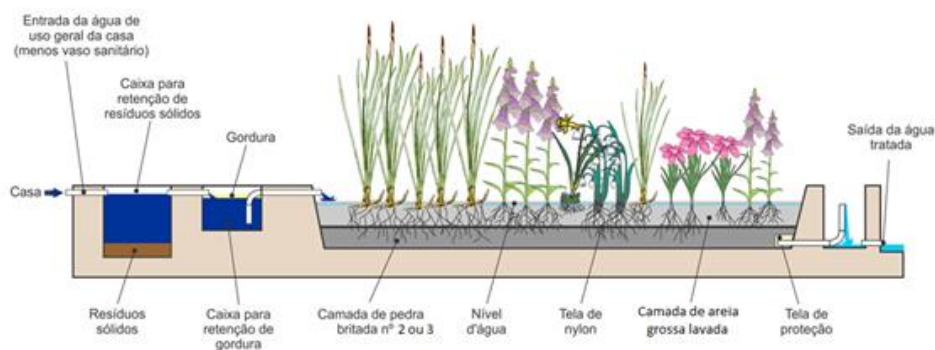


Fonte: Acervo dos Autores

JARDIM FILTRANTE, ÁREA ALAGADA CONSTRUÍDA OU WETLAND

O jardim filtrante (Figura 2) é formado por um pequeno lago com pedras, areia e plantas aquáticas onde o esgoto é tratado. Este sistema usa plantas e microorganismos presentes no solo e nas raízes das plantas para tratar o esgoto. É eficaz para reduzir patógenos e nutrientes, além de ser esteticamente agradável, e de criar um habitat para a vida selvagem. É uma alternativa que proporciona destino adequado às águas cinzas. Pontos fortes: auxilia a sustentabilidade do meio ambiente; baixo custo de aquisição e simples manutenção; o efluente tratado pode ser utilizado como água de reúso e na irrigação (EMBRAPA, 2015).

A Figura 2 – Representação esquemática de montagem de um jardim filtrante.



Fonte: EMBRAPA, 2015. (ARTE:Valentim Monzane)

CÍRCULO DE BANANEIRAS PARA TRATAMENTO DE EFLUENTES RURAIS

O círculo de bananeiras é um sistema utilizado no tratamento de águas cinzas. Para sua construção, deve-se abrir uma vala de 1,4 m de diâmetro e 0,6 m de profundidade, a qual é preenchida com troncos de madeira pequenos, galhos médios e finos e palhas (capins, folhas, etc.), devendo formar um monte acima da borda da vala, de modo que a superfície fique abaulada (Figura 3). As águas cinzas passam por uma caixa de gordura e, são direcionadas para dentro da vala, por meio de um tubo de esgoto, com diâmetro de 100 mm. Ao redor da vala, a uma distância de aproximadamente 60 cm, plantam-se de 4 a 6 mudas de bananeiras (EMATER, 2016).

Figura 3 – Esquema de um círculo de bananeiras



Fonte: EMATER – MG, 2016

CONCLUSÕES

Apesar dos grandes desafios existentes no que concerne o atendimento aos serviços de esgotamento sanitário no meio rural, houve um certo avanço nos últimos anos. Há uma necessidade real de se expandir o acesso, seja com soluções coletivas ou individuais. Em ambos os casos é necessário a inclusão de políticas públicas com vistas a atingir a meta estabelecida pela legislação vigente.

Sabe-se que há uma cobertura desigual, conforme diagnóstico da FUNASA (2019),

exposto no PNRS, quando se compara os quatro componentes do saneamento de acordo com as regiões brasileiras. A região Nordeste é a mais deficitária com uma cobertura bem menor do que as outras regiões. Há diferenças também relacionadas à localização dos domicílios. Caso estejam mais próximos aos centros urbanos e, exista um adensamento maior, há soluções do tipo coletiva, mas se os domicílios estiverem localizados em zonas menos povoadas, as soluções individuais predominam.

Os investimentos para expansão dos serviços de saneamento são grandes e há a questão da falta de interesse real dos gestores públicos em se tratando de investimento para obras que não possuem visibilidade.

REFERÊNCIAS

BATISTA, Mônica (org.). **O Manual do Saneamento Básico**. 2012. www.tratabrasil.org.br Acesso em 15/04/2024.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente – MMA. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS**, Brasília, 2022. www.legislação.planalto.gov.br (Acesso em 26/04/2024).

_____, **Lei Nº 11.445/2007. Lei de saneamento básico**. www.planalto.gov.br (Acesso em 26/04/2024).

_____, **LEI Nº 14.026/2020. Marco legal do saneamento básico**. www.planalto.gov.br. Acesso em 26/04/2024.

EMATER-MG, LEAL, Jane Terezinha da Costa Pereira, Minas Gerais, 2016. <https://www.emater.mg.gov.br> (Acesso em 01/05/2024).

EMBRAPA Instrumental, 2015. <https://www.embrapa.br> (Acesso em 02/05/2024).

FUNASA, **PNRS – Programa Nacional de Saneamento Rural** – Brasília / DF, 2019. <https://www.funasa.gov.br> (Acesso em 26/04/2024).

IBGE, Atlas de Saneamento espacializa dados relacionados a meio ambiente e saúde. 2021. <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias> (Acesso em 15/04/2024).

ROLIM, Rosa Maria Bonifácio, ROLIM Jr, Ronaldo Gomes e MELO, José Carlos Soares de. **Fossa séptica biodigestora - estudo e aplicação de tecnologia social no campo**. CONGESTAS, João Pessoa, PB, 2015.

Área: Legislação Ambiental em Recursos Hídricos

O SISTEMA INTEGRADO DE PLANEJAMENTO E GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS (SIGERH) NO ESTADO DA PARAÍBA

João Pedro Chaves da Silva Rodrigues¹; Demilson Lemos de Araújo²; Diego Magno Tavares da Silva³; Mozart Marques Dantas Júnio⁴; Wellington Antonio Barbosa⁵.

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

²Secretaria de Estado do Desenvolvimento da Agropecuária e da Pesca, João Pessoa, E-mail: varzeasdesousa@gmail.com

³Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba, João Pessoa, E-mail: diegomagno@aesapb.gov.br ⁴Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba, João Pessoa, E-mail: mozart@aesapb.gov.br

⁵Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba\Faculdade SENAI - PB, E-mail: wellington@aesapb.gov.br

Resumo: A legislação hídrica é uma ferramenta de auxílio na gestão dos recursos Hídricos consequentemente nas tomadas de decisões e soluções de conflitos e o gerenciamento dos recursos hídricos. Nesse trabalho foi realizado uma revisão bibliográfica, onde foi possível analisar a evolução da legislação dos recursos hídricos da Paraíba, como também o modelo de gestão dos recursos hídricos do estado. Onde foi constatado a importância do CERH, da AESA e dos Comitês de Bacias Hidrográficas, como isso foi possível compreender jurídica da legislação hídrica e que o Sistema Integrado de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos (SIGRH), vêm cada vez mais contribuindo para o gerenciamento sustentável dos recursos Hídricos da Paraíba.

Palavras-chave: Paraíba; Recursos hídricos; Legislação; Gestão; Semiárido.

INTRODUÇÃO

O Estado da Paraíba, localizado na Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Oriental Brasileiro, é predominantemente semiárido, propenso a secas periódicas. Apesar de deter apenas 3% das águas doces do país, abriga cerca de 12% da população nacional. Divide-se em onze bacias hidrográficas, com legislação hídrica tanto em âmbito federal (Lei nº 9.433/97) quanto estadual (Lei Nº 6.308/96). A administração dos recursos hídricos envolve instituições públicas e privadas. O estudo analisou o Sistema Integrado de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos (SIGERH) na Paraíba, como parte do curso de Pós-Graduação em Gestão de Recursos Hídricos.

METODOLOGIA

O estudo fundamentou-se através da pesquisa e revisão bibliográfica realizadas em

periódicos, como também, em sites oficiais do governo do estado da Paraíba em relação a legislação hídrica na Paraíba dando ênfase a gestão de recursos hídricos no estado

RESULTADOS E DISCURSÕES

O Sistema Integrado de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos (SIGERH) é um conjunto de ferramentas e procedimentos para gerenciar os recursos hídricos de forma sustentável. No Estado da Paraíba, o SIGERH é composto por quatro entidades: o Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH), a Secretaria de Estado de Infraestrutura e dos Recursos Hídricos (SEIRH), a Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESA) e os Comitês de Bacias Hidrográficas (CBHs). A legislação estadual não prevê a criação de Agências de Água em nível de bacia, ao contrário da Lei Federal nº 9.433/97. A Figura 1 abaixo apresenta o organograma do SIGERH da Paraíba.

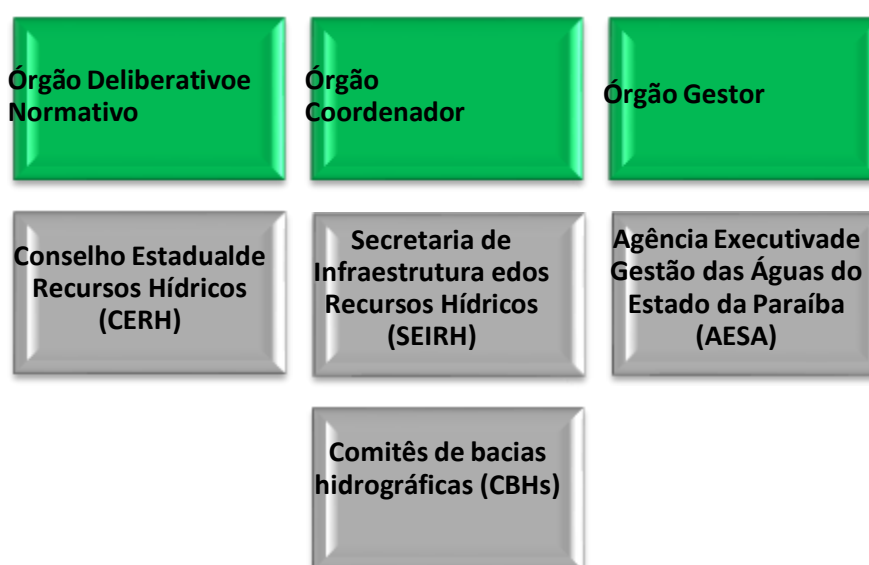


Figura 1: Organograma do SIGERH (Fonte: Lei Estadual nº 8.446, de 28 de dezembro de 2007).

O SIGERH tem como objetivo executar a Política Estadual de Recursos Hídricos e elaborar o Plano Estadual de Recursos Hídricos em cooperação com órgãos estaduais, municipais e a sociedade civil. É composto pela Secretaria Extraordinária do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e Minerais (SEMARH), o Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH), a Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESA) e os Comitês de Bacias Hidrográficas (CBHs).

A Secretaria de Estado de Infraestrutura e dos Recursos Hídricos (SEIRH) é responsável pelo planejamento, coordenação e execução das ações governamentais

relacionadas aos recursos hídricos e meio ambiente. Anteriormente denominada SECTMA e SEIRHMACT, sua estrutura foi modificada ao longo do tempo por diversas leis e medidas provisórias. A SEIRH representa o órgão de primeiro nível hierárquico da administração direta do Poder Executivo, sendo dirigida por um Secretário de Estado, que preside o Conselho Estadual dos Recursos Hídricos (CERH).

O Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH) é um órgão deliberativo e normativo criado pela Lei Estadual nº 6.308/1996, modificado pela Lei nº 8.446/2007. Tem o objetivo de coordenar a execução do Plano Estadual de Recursos Hídricos e promover a integração entre órgãos estaduais, federais, municipais e a sociedade civil. Sua estrutura inclui o Conselho Deliberativo, a Presidência, a Secretaria Executiva e as Câmaras Técnicas. O CERH é crucial para a gestão participativa e integrada dos recursos hídricos, contribuindo para a sustentabilidade ambiental e o bem-estar das comunidades.

A Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AES A) é uma autarquia estadual criada para gerenciar e fiscalizar os recursos hídricos do estado, visando garantir sua disponibilidade e sustentabilidade. Vinculada à SEIRH, a AES A possui autonomia administrativa e financeira e tem como objetivo o gerenciamento dos recursos hídricos estaduais, tanto subterrâneos quanto superficiais, além de águas sob domínio da União presentes no território paraibano. Está apresentado na Figura 2 a seguir.

A AES A é responsável pela análise e emissão de parecer sobre licenças de obras hídricas e outorga de direito de uso dos recursos hídricos, implementação e arrecadação da cobrança pelo uso desses recursos, além da administração do Fundo Estadual de Recursos Hídricos. Utiliza instrumentos como o Plano Estadual de Recursos Hídricos e o Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos para gestão integrada das bacias hidrográficas, promovendo a articulação entre diferentes usuários e setores.

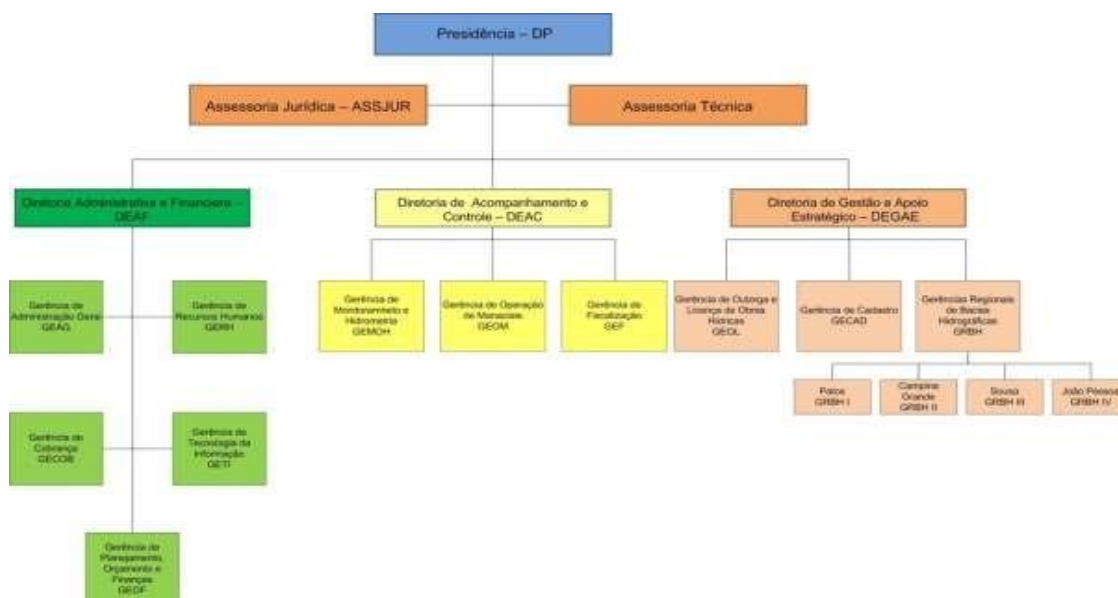


Figura 2: Organograma da AESA-PB.

Os Comitês de Bacias Hidrográficas são entidades colegiadas que promovem a gestão participativa dos recursos hídricos em uma determinada região. Instituídos pela Lei Federal nº 9.433/97, garantem uma gestão descentralizada e participativa. Na Paraíba, existem três comitês: do Rio Paraíba, do Litoral Norte e do Litoral Sul, além do Comitê Interestadual da Bacia Hidrográfica Piancó-Piranhas-Açu. Suas áreas de atuação são definidas pela Resolução do CERH nº 03/2003. Na Figura 3 abaixo, mostra as áreas de atuação dos comitês de bacias hidrográficas do Estado da Paraíba.



Figura 3: Comitês de bacias hidrográficas do estado da Paraíba

Os Comitês de Bacias Hidrográficas são entidades colegiadas, criadas pela Lei 6.308/96 e regulamentadas pela Resolução CERH 01/03, com o objetivo de promover a gestão participativa dos recursos hídricos em uma determinada região. Na Paraíba, existem três comitês: do Rio Paraíba, do Litoral Norte e do Litoral Sul. Suas áreas de atuação são definidas pelos respectivos decretos de criação. Os comitês desempenham um papel fundamental na gestão integrada e sustentável dos recursos hídricos, permitindo a participação ativa da sociedade civil e garantindo a preservação dos ecossistemas aquáticos.

CONCLUSÕES

O estudo realizado evidencia a evolução da legislação hídrica na Paraíba, alinhada com o contexto nacional. Destaca-se a importância da gestão dos recursos hídricos, com papel fundamental desempenhado pelo CERH, AESA e Comitês de Bacias Hidrográficas. O SIGRH da Paraíba, por meio de sua estrutura legal e institucional, promove o gerenciamento sustentável dos recursos hídricos, envolvendo toda a sociedade para garantir o uso adequado da água e a preservação dos ecossistemas aquáticos.

REFERÊNCIAS

- AESA – Agência Executiva de Gestão das Águas da Paraíba <http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/>
- ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
- BARBOSA, E. M. (2006). Gestão de Recursos Hídricos da Paraíba: uma análise jurídico-institucional. Tese (Doutorado em Recursos Naturais). Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande – PB, 226 p.
- BRASIL. **Lei nº 9433/1997**. Dispõe sobre a Política Nacional de Recursos Hídricos, que institui o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm
- BRASIL. **Lei nº 6.308/96**. Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos. Disponível em: < http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/wp-content/uploads/2016/11/lei_E_07.pdf >.
- GALVÃO, C.O.; RÊGO, J.C.; RIBEIRO, M.M.R.; ALBUQUERQUE, J.P.T.(2001). “Sustainability characterization and modeling of water supply management practices” in Proc. Regional Management of Water Resources – Sixth IAHS Scientific Assembly, Maastricht. IAHS Publ. 268, IAHS Press, Wallingford – UK, pp 81-88.

Área: Educação Ambiental e Conscientização Pública

OS IMPACTOS CAUSADOS À SAÚDE PELA CONTAMINAÇÃO DA ÁGUA NO MEIO AMBIENTE

Fabianne Stephanie de Souza Ferreira¹; Euclides Stenio Ferreira Gama Junior²; Camilly Galvão da Silva Lima³; Isabella Ronze Felipe dos Santos⁴, Ana Isabelle Alves Ferreira Brito⁵; Maria das Neves Silva⁶

¹Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba, João Pessoa, E-mail: stephannerh@gmail.com

²Centro Universitário UNIESP, Cabedelo, E-mail:

euclidesjunior1234@outlook.com ³Centro Universitário UNIESP, Cabedelo, E-mail: camillygalvao17@gmail.com ⁴Centro Universitário UNIESP, Cabedelo, E-mail: bella.ronze@gmail.com

⁵Centro Universitário UNIESP, Cabedelo, E-mail: britoisabelle06@gmail.com

⁶Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba, João Pessoa, E-mail: nevynhaguerra@gmail.com E-mail do autor correspondente: stephannerh@gmail.com

RESUMO: A água é o elemento de maior importância para os seres vivos, porém há um grande problema em relação à contaminação dela no meio ambiente. Desta forma, o objetivo deste trabalho é trazer em pauta a importância de uma educação ambiental adequada e uma conscientização pública, citando e explicando os elementos causadores dessa contaminação como: lixo, combustíveis, agrotóxicos e, principalmente, os medicamentos. Para essa análise, foram utilizados artigos publicados entre 2019 e 2024, além de descritores para buscar artigos relacionados ao tema. Como resultado, verificou-se um alto consumo de combustíveis não renováveis que são os principais agravadores da chuva ácida; o acúmulo de lixo, principalmente os radioativos que alcançam os lençóis freáticos; os agrotóxicos que são descartados de forma errada e muitos são vendidos ilegalmente no Brasil; e os medicamentos que por falta de conhecimento, são descartados no lixo residencial. Sendo assim, é necessário que a população conheça as melhores formas de descartar os alimentos e medicamentos, para que os impactos gerados pela contaminação da água sejam mínimos.

Palavras-chave: Água; Conscientização Pública; Educação Ambiental; Medicamentos; Meio Ambiente; Saúde.

INTRODUÇÃO

No decorrer da história da humanidade, a água, recurso natural mais abundante e essencial do planeta, teve suas necessidades de uso modificadas (PASINI e DAMKE, 2020). Tal recurso é a representação prática do que consiste o conceito de Saúde Única. Esse conceito defende que a tese de que a saúde humana, a animal e a ambiental são interligadas. Portanto, a água seria o símbolo perfeito deste conceito, haja vista que é fundamental para a sobrevivência de todos os seres vivos, e está presente no desenvolvimento humano e atividades econômicas (DE SOUZA *et al.*, 2022).

A qualidade da água é um assunto de crescente preocupação mundial, principalmente por conta da presença de contaminantes emergentes (CE) no ambiente aquático (DA SILVA

ESCHER, *et al.*, 2019).

O controle de qualidade da água tem importância fundamental na garantia do bem-estar de todos os seres vivos, uma vez que este recurso hídrico, quando contaminado, pode carregar diversos microrganismos que, dependendo da sua concentração, podem causar alterações à saúde humana (PASINI e DAMKE, 2020). Dentre os agentes tóxicos ambientais responsáveis pela contaminação dos recursos hídricos, tem-se: o lixo, o combustível, os agrotóxicos e os medicamentos. Tais contaminantes emergentes geram impactos negativos à saúde pública, uma vez que ocasionam o aparecimento de doenças respiratórias, cardiovasculares e a escassez de alimentos e acesso à água potável.

Sendo assim, o objetivo deste trabalho é a conscientização pública sobre a educação ambiental em relação aos impactos na saúde ocasionados pela contaminação da água no meio ambiente.

METODOLOGIA

Trata-se de uma pesquisa bibliográfica descritiva em bases de dados como Brazilian Journal of Development, PubMed, Revista Brasileira de Ciências Ambientais, BVS e Scielo. Foi utilizado os descritores “Contaminação da água”, “Saúde Ambiental”, “Impactos na Saúde”, para buscar artigos relacionados ao tema. Foram selecionados artigos publicados nos últimos 6 anos (2019-2024), com exceção de dois artigos, publicados em 2009 e 2015, que demonstraram-se relevantes, em língua portuguesa, para obter resultados recentes. Inicialmente, foram identificados 20 artigos relevantes, sendo 11 deles incluídos na base de evidências deste estudo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Recentemente, tem havido um aumento significativo no interesse pelo monitoramento de resíduos de medicamentos no meio ambiente. Estima-se que o descarte incorreto de medicamentos contribui negativamente no meio ambiente e na saúde humana. Segundo Silva VWP et al. (2022), a poluição dos ambientes naturais têm impactos significativos nos ecossistemas e pode representar um problema de saúde pública. Quando ocorre a contaminação ambiental, a presença de medicamentos em águas residuais, sedimentos e na água destinada ao consumo humano pode afetar diretamente as pessoas, já que essas substâncias têm a capacidade de penetrar nas membranas biológicas e alcançar células e tecidos, resultando em efeitos adversos indesejáveis.

O combustível, agente químico cancerígeno, também pode ser responsável por

contaminar os recursos hídricos. Segundo a Geo Ambiental (2021), os combustíveis são classificados em duas classes básicas: renováveis e não renováveis. Em síntese, a queima de combustíveis fósseis pode causar graves danos ao meio ambiente e à saúde humana, ocasionando problemas respiratórios causados pela emissão de poluentes atmosféricos, como CO (monóxido de carbono), e a chuva ácida, provocada pelo SO₂ (dióxido de enxofre) e óxidos de nitrogênio presentes na queima de combustível.

Os resíduos sólidos, mais precisamente denominados de lixo, correspondem a todo material proveniente das atividades diárias do homem em sociedade, podendo ser: sobras de alimentos, embalagens, papéis, plásticos e outros (MOTA, *et al.*, 2009).

O acúmulo de lixo cria, em consequência, vetores de doenças, como baratas, moscas, ratos, escorpiões e mosquitos. Quando descartado em locais abertos, os resíduos se tornam um impasse à população local, devido ao acúmulo da mesma, que faz a queima de maneira inadequada, provocando contaminação do solo e ocasionando problemas respiratórios. Além disso, a contaminação de fontes de água potável pode levar a surtos de doenças como cólera e diarreia. Os lixos radioativos são os mais perigosos, produzidos por usinas nucleares e equipamentos de radioterapia, podendo ocasionar o surgimento de neoplasias.

Agrotóxicos são produtos químicos sintéticos usados para matar insetos, larvas, fungos, carrapatos sob a justificativa de controlar as doenças provocadas por esses vetores e de regular o crescimento da vegetação, tanto no ambiente rural quanto urbano (BRASIL, 2002; INCA, 2021).

A Organização Internacional do Trabalho (OIT) afirma que os agrotóxicos causam 70 mil intoxicações agudas e crônicas por ano e que evoluem para óbito, em países em desenvolvimento. Outros mais de sete milhões de casos de doenças agudas e crônicas não fatais também são registrados. O Brasil vem sendo o país com maior consumo destes produtos desde 2008, decorrente do desenvolvimento do agronegócio no setor econômico, havendo sérios problemas quanto ao uso de agrotóxicos no país (CARNEIRO *et al.*, 2015).

Os agrotóxicos são considerados contaminantes emergentes que podem atingir os recursos hídricos e causar impactos negativos à saúde humana. Estudos vêm mostrando o potencial de desenvolvimento de câncer relacionado a diversos agrotóxicos, justificando a recomendação de precaução para com o uso e contato (BRASIL, 2022).

CONCLUSÕES

Diante do exposto, pode-se concluir que são grandes os impactos causados à saúde pela contaminação da água no meio ambiente, acarretando várias doenças na população e

agravos na saúde pública. A importância de atitudes adequadas voltadas ao meio ambiente vai muito além de simplesmente manter as cidades limpas e habitáveis. Trata-se de uma questão de responsabilidade ambiental e social, uma vez que a conservação do meio ambiente é essencial para manter o bem-estar e a sobrevivência de todos os seres vivos.

Portanto, faz-se necessária a conscientização da população acerca do uso correto da água, seja na lavagem adequada de alimentos em água limpa e tratada, no descarte ideal, no uso racional dos medicamentos e na reciclagem do lixo proveniente das atividades diárias da população, além de ações de educação ambiental nas escolas, a fim de sensibilizar a população, principalmente as crianças, que fazem parte da geração que irão precisar de um meio ambiente sustentável, equilibrado e sadio para a sua sobrevivência. Com isso, haverá uma geração futura mais consciente sobre os recursos naturais e os seus benefícios de uso e reuso.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Instituto Nacional de Câncer. **Agrotóxico**: Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS) são registradas 20 mil mortes por ano devido ao consumo de agrotóxicos. [S. l]: Instituto Nacional de Câncer, 20 mai. 2022. Atualizado em 20 dez. 2023. Disponível em: <<https://www.gov.br/inca/pt-br/assuntos/causas-e-prevencao-do-cancer/exposicao-no-trabalho-e-no-ambiente/agrotoxico#:~:text=Agrot%C3%B3xicos%20s%C3%A3o%20produtos%20qu%C3%ADmicos%20sint%C3%A9ticos,2002%3B%20INCA%2C%202021>>. Acesso em: 30 de abr. 2024.

_____. Ministério da Saúde. Biblioteca Virtual em Saúde. **Cuidados com o lixo**. [S. l]: Ministério da Saúde, 2011. Disponível em: <<https://bvsms.saude.gov.br/cuidados-com-o-lixo/#:~:text=%E2%80%93%20lixo%20radioativo%3A%20produzido%20por%20usinas,%20%20C%20baterias%2C%20l%C3%A2mpadas%2C%20etc>>. Acesso em: 30 abr. 2024.

CARNEIRO, Fernando Ferreira; AUGUSTO, Lia Giraldo da Silva; RIGOTTO, Raquel Maria; FRIEDRICH, Karen; BÚRIGO, André Campos. **Segurança Alimentar e nutricional e saúde**. Parte 1. In CARNEIRO, Fernando Ferreira et al. (org.) Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde. Rio de Janeiro: EPSJV; São Paulo: Expressão Popular, 2015.

Combustíveis fósseis: usos e consequências. Geo Ambiental Jr. Disponível em: <<https://www.geoambientaljr.com/post/combustiveis-fosseis-usos-e-consequencias#:~:text=Em%20s%C3%ADntese%2C%20a%20queima%20de>>. Acesso: 30 de Abril de 2024.

DA SILVA, Vanessa Wayne Palhares; DA SILVA, Flávia Garcez; ZAGUI, Guilherme Sgobbi; MESCHÉDE, Marina Smidt Celere. **Descarte de medicamentos e os impactos ambientais**: Uma revisão integrativa da literatura. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 28, n. 4, p.

1113-1123, abr. 2023.

DA SILVA ESCHER, Mayara Andria; PINHEIRO, Juliana Heloisa Pinê Américo; TORRES, Nádia Hortense; FERREIRA, Luiz Fernando Romanholo. **A problemática ambiental da contaminação dos recursos hídricos por fármacos.** Brazilian Journal of Environmental Sciences (RBCIAMB), n. 51, p. 141-148, 2019.

DE SOUZA, Daniella Azevedo; SILVA, Fernanda Barros; PEREIRA, Íris; GOMES, Jany Bernandino Santos; DAMAZIO, Marcia Regina; MOURA, Thamara de Brito; PEREIRA, William Gomes; TEIXEIRA, Ana Izabel Passarella. **A importância da água dentro do conceito de saúde única:** The importance of water within the one health concept. Brazilian Journal of Health Review, v. 5, n. 6, p. 24012-24029, 2022.

INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER JOSÉ ALENCAR GOMES DA SILVA.
Ambiente, trabalho e câncer: aspectos epidemiológicos, toxicológicos e regulatórios / Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva. – Rio de Janeiro: INCA, 2021.

MOTA, José Carlos; DE ALMEIDA, Mércia Melo; DE ALENCAR, Vladimir Costa; CURI, Wilson Fadlo. **Características e impactos ambientais causados pelos resíduos sólidos:** uma visão conceitual. Águas Subterrâneas, 2009.

PASINI, Fernando; DAMKE, Taiara. **A importância da potabilidade da água no saneamento básico para a promoção da saúde pública no Brasil.** Revista Eletrônica TECCEN, v. 13, n. 1, p. 8-15, 2020.

SILVA, Pedro. **Doenças Causadas Pelo Lixo: Como Prevenir?**
Disponível em: <<https://diamundialdalimpeza.com.br/doencas-causadas-pelo-lixo/#:~:text=Por%20exemplo%2C%20em%20%C3%A1reas%20onde>>. Acesso em: 30 de Abril de 2024.

Área: Monitoramento e Avaliação da Qualidade da Água

OTIMIZAÇÃO OPERACIONAL DE MÚLTIPLOS MANANCIAIS EM FUNÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE METAIS

Valderice Pereira Alves Baydum¹; Milton Tavares de Melo Neto²; Ana Délia Santos da Silva³; Júlia Rodrigues Neves⁴, Nainne Letícia Oliveira Silva Souza⁵; Igor Lopes Araujo⁶

¹COMPESA, Especialista Gestão Controle Qualidade, Av. Dr. Jaime da Fonte, valdericealves@compesa.com.br

²COMPESA, Gerência de Gestão Energética, Av. Dr. Jaime da Fonte, miltontavares@compesa.com.br

³COMPESA, Gerência Controle Qualidade, Laboratório Metais, Pç. de Dois Irmãos, anadelia@compesa.com.br

⁴COMPESA, Gerência Controle Qualidade, Coordenação de Tratamento, Pç. Dois Irmãos, julianeves@compesa.com.br

⁵COMPESA, Gerência de Planejamento e Gestão Metropolitana, Coordenação de Planejamento e Controle Operacional Metropolitana - Av. Dr. Jaime da Fonte, nainnesilva@compesa.com.br

⁶COMPESA, Gerência de Produção Metropolitana, Coordenação de Produção, igorlopes@compesa.com.br

E-mail do autor correspondente: valdericealves@compesa.com.br

RESUMO: Nos mananciais superficiais destinados ao abastecimento público, as concentrações elevadas de ferro e manganês estão frequentemente associadas a sazonalidade e fatores antrópicos e naturais. A presença destes elementos em concentrações elevadas dificulta o tratamento da água e atendimento aos parâmetros organolépticos de potabilidade. O presente estudo tem como objetivo avaliar a influência de fatores ambientais nas concentrações de ferro e manganês dos múltiplos mananciais utilizados para abastecimento na Região Metropolitana de Recife (RMR), em uma série histórica de dados de cinco anos, e realizar a proposição da otimização da operação de vazão das captações frente a variações de concentrações destes elementos, visando a garantia do atendimento à qualidade final da água tratada. O resultado de caracterização dos mananciais mostrou uma concentração elevada para o ferro, em estações chuvosas, frente ao manganês. Através da otimização com a ferramenta Analytic Solver Platform foi possível demonstrar quais seriam as vazões ideais para cada captação na obtenção do atendimento ao padrão de qualidade para os metais em estudo.

Palavras-chave: Qualidade da água; Ferro; Manganês; Modelagem.

INTRODUÇÃO

A Região Metropolitana do Recife (RMR) possui alguns Sistemas de Abastecimento de Água (SAA), dentre eles o SAA Tapacurá, que é responsável pelo abastecimento de

aproximadamente 1 milhão de habitantes, cerca de 25% da RMR, através da Estação de Tratamento de Água (ETA) Castelo Branco. Opera com mananciais múltiplos, sendo a Barragem Tapacurá, Barragem Duas Unas e por duas captações a fio d'água no Rio Capibaribe (Castelo e Tiuma), que são regularizadas pelas Barragens Goitá e Lagoa do Carro (Carpina), e eventualmente recebe uma pequena contribuição da Barragem Várzea do Una.

Figura 1 Mapa com a localização dos mananciais. Fonte: COMPESA.



A Bacia hidrográfica do Capibaribe, na qual este SAA está inserido, recebe continuamente efluente doméstico e industrial de diversos municípios, além de lixiviados da atividade agrícola, predominantemente o cultivo de cana-de-açúcar, causando assim, o aporte de nutrientes que favorece a eutrofização e presença de metais, a exemplo do ferro e manganês, de difícil remoção no tratamento e abastecimento público de água.

Segundo a Portaria de Potabilidade, o ferro e manganês são parâmetros organolépticos, responsáveis por provocar estímulos sensoriais que afetam a aceitação para consumo humano, mas que não necessariamente implicam risco à saúde (BRASIL, 2021). Sendo assim, se não removidos adequadamente no tratamento, podem conferir cor e sabor à água, além da incidência de incrustações ao longo da rede de distribuição.

O objetivo deste trabalho é analisar a concentração de ferro e manganês nos mananciais que abastecem a RMR, elencar fatores que contribuem para sua presença e avaliar possibilidades de otimização operacional do SAA.

METODOLOGIA

Os dados de monitoramento de metais tiveram frequência semestral, conforme plano de amostragem da Portaria de Potabilidade (BRASIL, 2021). As análises foram feitas segundo o Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 2017).

Os dados foram otimizados com o Solver (Software Microsoft Excel).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados médios semestrais, dos múltiplos mananciais, considerando a sazonalidade para os últimos 5 anos, estão reportados na tabela abaixo:

Tabela 1. Valores de concentração de metais (2020-2024)

CONCENTRAÇÃO (mg/L)	CONAMA 357/05			PORTA RIA 888/21	MANANCIAIS PRINCIPAIS				MANANCIAIS REGULARIZAÇÃO		MANANCIAL EVENTUAL BARRAGEM VÁRZEA DO UNA
	CLASS E 1	CLASSE 2	CLASSE 3		BARRAGEM TAPACURA	CAPTAÇÃO CASTELO (RIO CAPIBARIBE)	CAPTAÇÃO TIUMA (RIO CAPIBARIBE)	BARRAGEM DUAS UNAS	BARRAGEM GOITÁ	BARRAGEM LAGOA CARRO (CARPINA)	
FERRO	0,3	0,3	5	0,3	0,91	2,66	2,45	3,21	2,89	0,81	4,25
MANGANÊS	0,1	0,1	0,5	0,1	0,31	0,17	0,18	0,03	0,43	0,04	0,75

Os resultados apontam alta concentração de ferro e/ou manganês (destacados em vermelho), em todas as captações, os níveis superam até 14 vezes o limite permitido para ferro e 4 vezes para manganês, considerando a classificação para corpos d'água, mananciais Classe 2, segundo o CONAMA 357 (BRASIL, 2005).

É possível evidenciar, dentre os principais mananciais, maior concentração de manganês na Barragem Tapacurá, frente às demais captações (Tiuma, Castelo e Duas Unas), e do contrário, maior concentração de ferro nas demais captações. A Barragem de Goitá e Lagoa Carro (Carpina) regularizam o Rio Capibaribe, merecendo atenção especial a Barragem de Goitá, que apresenta elevada concentração tanto manganês quanto para ferro, enquanto que

L. Carro apresenta menores concentrações para ambos os elementos. A Barragem Várzea do Una, apesar de apresentar as maiores concentrações de ferro e manganês, é usada em casos excepcionais, em menor proporção frente aos outros mananciais.

Os dados climatológicos para a RMR apontam maior precipitação entre os meses de março a julho, influenciando nas características e qualidade dos mananciais.

Figura 2. Climatologia RMR 2023 (APAC, 2024)

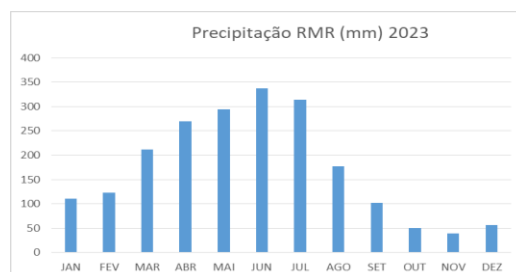


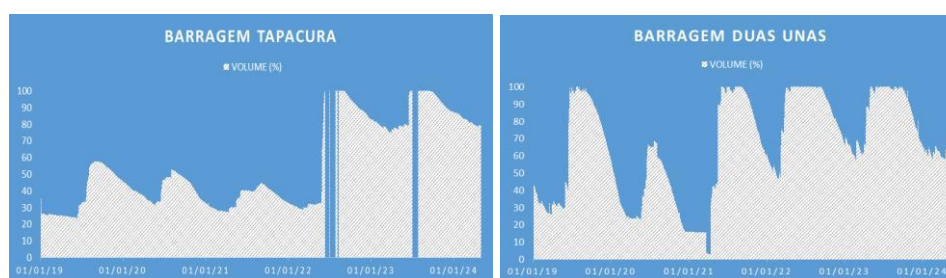
Tabela 2. Concentração de metais segundo a sazonalidade (2020-2024)

Mananciais	Fe tot mg/L		Mn tot mg/L	
	Seca	Chuva	Seca	Chuva
Barragem Tapacurá	0,1	2,5	0,4	0,1
Barragem Duas Unas	1,7	3,6	0,03	0,04
Captação Castelo	0,7	5,1	0,1	0,25
Captação Tiuna	0,6	4,2	0,09	0,12

Observa-se um aumento na concentração de ferro, com as chuvas, em todos mananciais, variando de 2 até 25 vezes, em função da lixiviação do solo desprotegido de vegetação, exposto pelo baixo volume; da ressolubilização do material de fundo da barragem, com a perturbação das chuvas e da ressuspensão do material sedimentado alterando as características dos mananciais. Para as captações a fio d'água, a exemplo de Castelo e Tiuna, o efeito da regularização do Rio Capibaribe pelas Barragens de Carpina e Goitá, poderão alterar diretamente a concentração dos parâmetros monitorados. Em relação ao manganês, observa-se o aumento da concentração em períodos de estiagem para a Barragem Tapacurá, o aumento da temperatura contribui para a redução dos níveis de oxigênio, agravado pelo acúmulo de material orgânico sedimentado, proveniente das cianobactérias e macrófitas, favorecendo a anaerobiose e ressolubilização do metal.

O acompanhamento dos volumes das barragens, dos últimos 6 anos, demonstrou um período de estiagem mais crítico até 2022, para a Barragem Tapacurá, onde os volumes de acumulação atingiram mínimo de 20% e não ultrapassaram 40% de sua capacidade.

Figura 3. Volume das Barragens Tapacurá e Duas Unas (2019 – 2020).



Foram considerados na otimização Solver, as concentrações limitantes máximas de ferro (2,6 ppm) e manganês (0,3 ppm) na mistura da água bruta, historicamente tratadas pela ETA, garantindo o atendimento ao Padrão de Potabilidade: ferro (0,3 ppm) e manganês (0,1 ppm). Na otimização foram utilizados os dados de concentração dos metais referência jan/24:

Tabela 3. Concentrações de metais mananciais (base: jan/2024)

Mananciais	Fe (ppm)	Mn (ppm)
Barragem Tapacura	0,13	0,37
Tiuma	0,41	0,10
Castelo	0,48	0,11
Duas Unas	0,70	0,02

Foi feita a otimização destes dados no Solver através da sentença abaixo, considerando o princípio de concentração de mistura:

Função Objetivo a ser minimizada $f(x) = C_{Total}^{Fe} + C_{Total}^{Mn}$

$$C_{Total}^{Fe} = \frac{\sum_{i=1}^4 Q_i \cdot c_i^{Fe}}{Q_{Total}}$$

$$C_{Total}^{Mn} = \frac{\sum_{i=1}^4 Q_i \cdot c_i^{Mn}}{Q_{Total}}$$

$$Q_{Total} = \sum_{i=1}^4 Q_i$$

Variáveis a serem modificadas são as vazões de cada Unidade Vazões mínimas e máximas de cada

$$Q_i^{Mínima} \geq 0$$

$$Q_i^{Máxima} \leq \text{Valor Máximo}$$

manancial.

Vazão total

$$Q_{Total} \geq \sum_{i=1}^4 Q_i$$

Concentrações Máximas:

$$C_{máx}^{Fe} \leq \text{Limite Estabelecido}$$

$$C_{máx}^{Mn} \leq \text{Limite Estabelecido}$$

Obtendo as respostas abaixo:

Tabela 4. Vazões máximas de exploração, operação e ajustada

Mananciais	Q (L/s) máximas de exploração	Q (L/s) operação (jan/24)	Q (L/s) Resposta Solver ajustada
Barragem Tapacura	2613	1249	1021
Tiuma	1132	1001	1132
Castelo	459	0	1
Duas Unas	906	810	906
TOTAL	5110	3060	3060

CONCLUSÕES

A otimização do experimento, considerando a vazão de operação da ETA e as contribuições relativas de cada manancial, apontou uma redução na exploração da barragem Tapacurá e incremento nas demais captações, frente a condição de operação atual, para obtenção de condições de concentração de ferro e manganês máximas na mistura, que permita a ETA enquadrar a água, considerando os limites previstos na Portaria de Potabilidade.

A otimização considerou o cenário máximo de exploração das captações, as condições de vazão e concentração para o mês de referência janeiro de 2024. O estudo poderá ser ampliando para avaliar o efeito de eficiência energética e consumo de produtos químicos.

REFERÊNCIAS

APAC CLIMATOLOGIA (2024). <https://www.apac.pe.gov.br/climatologia/519-climatologia>
APHA (2017). Standard methods for the examination of water and wastewater. 23rd edition. Washington, D.C., American Public Health Association.
BRASIL (2005). Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. CONAMA.
BRASIL (2021). Portaria de consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017 Anexo XX (Alterada pela Portaria 888/21). Ministério da Saúde.

Área: Educação Ambiental e Conscientização Pública

PERCEPÇÃO AMBIENTAL DOS USUÁRIOS DA BARRAGEM DE PEDRA DO MUNICÍPIO DE ÁGUA NOVA/RN

Luálison Lentine da Costa Monte¹; Jorge Luís de Oliveira Pinto Filho²

¹Discente. Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA). Campus Pau dos Ferros, BR 226, KM 405 – Bairro São Geraldo – Pau dos Ferros/RN. ¹lualisonlentine@hotmail.com

²Docente. Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA). Campus Pau dos Ferros, BR 226, KM 405 – Bairro São Geraldo – Pau dos Ferros/RN. ²jorge.filho@ufersa.edu.br

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

RESUMO: A percepção ambiental refere-se à forma como os indivíduos percebem e interpretam o ambiente ao seu redor, incluindo elementos naturais e construídos. Este conceito é essencial para entender como as pessoas interagem com o meio ambiente e como suas percepções influenciam comportamentos e atitudes em relação à conservação e uso dos recursos naturais. O presente trabalho tem como objetivo, analisar a percepção ambiental dos usuários da barragem do Nafuê no município de Água Nova/RN. A abordagem metodológica adotada foi concebida a partir de um plano de pesquisa majoritariamente qualitativo. Uma vez que envolve uma análise da percepção ambiental dos usuários da Barragem de Pedra, localizado no município de Água Nova/RN. Em termos gerais, pode-se dizer que o resultado da percepção ambiental influencia as atitudes, comportamentos e decisões das pessoas em relação ao meio ambiente. Se essa percepção for positiva e consciente, pode levar a ações que promovam a conservação, proteção e uso sustentável dos recursos naturais.

Palavras-chave: Educação ambiental; Meio ambiente; Recursos naturais.

INTRODUÇÃO

Segundo Brandalise e Bertolini (2013), a percepção é a maneira como as pessoas interpretam uma mensagem através da interação de estímulos, os quais podem variar de acordo com cada indivíduo. Para Silva et al (2016) a conscientização ambiental exerce uma influência significativa no comportamento individual; assim, quanto maior o nível de consciência de uma pessoa, maior tende a ser sua percepção em relação a comportamentos ecologicamente corretos. Silva e Silva (2024) apontam que, atualmente, a percepção ambiental é um tema relevante que contribui para a prática sustentável tanto em nível individual quanto coletivo, influenciando as ações humanas.

Estudos sobre a percepção ambiental revelam como os seres humanos entendem o ambiente em que estão inseridos e como alguns fatores estão associados na formação da consciência ambiental (SALVIANO et al.,2020). Para Campos e Monteiro (2022), uma abordagem para compreender a percepção ambiental de um determinado indivíduo é analisar a

maneira como ele representa o meio em que vive, bem como suas práticas ambientais.

Para Morin (2002) os conflitos sociais evidenciam que a problemática ambiental surge das interações do capitalismo e sua lógica econômica com a natureza. Portanto, o desafio de superar a crise ambiental não se limita apenas à produção de conhecimento científico, nem está restrito a áreas ou disciplinas acadêmicas específicas. Essa abordagem transcende os limites disciplinares e, mesmo além da interdisciplinaridade, exige uma compreensão mais ampla: entender a vida como resultado da história da Terra e a humanidade como fruto da história da vida no planeta.

Neste contexto, de acordo com Andrade, Garcia e Fujihara (2024), surge a necessidade imperativa da conservação e preservação ambiental, onde as diretrizes delineadas pelos acordos e regulamentações, destinadas à proteção do meio ambiente, amplamente se fundamentaram na disseminação de novos conhecimentos e práticas, bem como na reformulação de pedagogias e normativas. Isso implica em ajustar os limites e potenciais para promover a formação de uma nova consciência ambiental. Por conseguinte, os sistemas educacionais da maioria das nações começaram a incluir em seus currículos temas relacionados às preocupações ambientais, especificamente à Educação Ambiental.

Entender a percepção dos usuários da Barragem de Pedra é fundamental para orientar políticas e práticas educacionais que incentivem a conscientização ambiental, a preservação dos recursos naturais e o avanço do desenvolvimento sustentável na área. Diante disso, o trabalho objetiva uma análise da percepção ambiental dos usuários da barragem de Pedra no município de Água Nova/RN.

METODOLOGIA

A metodologia empregada foi elaborada com base em um plano de pesquisa predominantemente qualitativo, uma vez que visa analisar a percepção ambiental dos usuários da Barragem de Pedra, localizado no município de Água Nova/RN. Utilizou-se um questionário para identificar, diagnosticar e classificar essa percepção ambiental, empregando uma estratégia direta de coleta de dados por meio de entrevistas. As entrevistas foram conduzidas de forma tanto semiestruturada quanto não estruturada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise da percepção ambiental conforme mostrado no Quando 1, todos os entrevistados ressaltaram a importância da Barragem de Pedra para suas famílias. No que diz respeito aos principais tipos de poluição, 86% atribuíram a responsabilidade às atividades humanas, enquanto 16% acreditam que os animais são os responsáveis pela poluição da

barragem. Em relação aos agentes poluentes, 50% mencionaram agentes químicos biodegradáveis, 27% acreditam que os esgotos domésticos são responsáveis pela poluição, e 18% afirmam que os agentes biológicos, como animais, são os principais responsáveis.

Quadro 1 – Percepção ambiental dos usuários da barragem de Pedra do município de Água Nova/RN

Percepção ambiental				
Variáveis	Quantitativo (%)			
Importância da barragem	Muito Importante	Importante	Razoável	Pouco Importante
	100%	0%	0%	0%
Principais tipos de poluição	Humana		Outras	
	86%		14%	
Principais agentes de poluição	biodegradáveis	Tóxicos	Biológicos	Outros
	50%	4%	18%	28%
Preservação da barragem	Muito importante	importante	Razoável	Pouco importante
	92%	4%	0%	4%
Quem realiza a preservação	População local	empresas	Poder público	Ninguém
	0%	0%	0%	100%
Frequências de debates ambientais	Nunca	Quase nunca	Regular	Com frequência
	100%	0%	0%	0%
Problemas mais urgentes	biodegradáveis	Tóxicos	Biológicos	Outros
	50%	4%	18%	28%
Impactos positivos da atividade	Lazer	Renda Extra	Dessedentação animal	Paisagismo
	41%	23%	18%	18%
Impactos negativos da atividade	Presença de animais	Acesso livre a água	Desova de peixes	não soube responder
	24%	42%	8%	26%
conflitos no reservatório	Não há conflitos			
	100%			

Fonte: Do autor (2024)

A preservação e conservação da Barragem de Pedra foram amplamente reconhecidas por 91% dos entrevistados. Sem surpresas em meio a alguns relatos 100% deles afirmam que ninguém realiza a conservação e preservação da Barragem de Pedra. Em relação aos debates ambientais na comunidade, a maioria esmagadora confirmou sua inexistência, destacando uma lacuna na promoção da conscientização ambiental.

Quando questionados sobre os problemas mais urgentes na cidade de Água Nova/RN, uma certa diversidade de problemas sendo que 45% deles citaram as estradas como urgência sendo a RN-079 – malha rodoviária que dá acesso ao município de Água Nova/RN, a mais citada. Em seguida a saúde foi mencionada por 36% dos entrevistados, a poluição da barragem foi citada por 14% dos respondentes.

Ao questionarem sobre os impactos positivos decorrentes de suas atividades, os participantes envolvidos na pecuária destacaram a dessedentação animal como o benefício mais significativo. Um percentual de 27% dos entrevistados optou por não responder, enquanto 41% consideraram o lazer e a redução do estresse como os principais pontos positivos. Além disso, foi mencionado o acesso livre e ilimitado à água para retirada.

Os impactos negativos apresentaram uma variedade maior entre os entrevistados. A presença de animais ao redor da barragem, aumentando o risco de contaminação por fezes e urina, foi apontada, assim como a compactação do solo. Os entrevistados que praticam a pesca na barragem mencionaram a interferência na reprodução e desova dos peixes como um impacto negativo. Cerca de 23% dos entrevistados acreditam que o acesso livre e descontrolado da água é um dos principais impactos negativos, o que pode resultar em desperdício e redução do volume da barragem. Quanto aos possíveis conflitos, todos os entrevistados concordaram que não há conflitos pelo uso da água e que todos têm acesso para retirar a quantidade desejada.

Quando questionados sobre as práticas ambientais, os usuários afirmaram não ter conhecimento sobre as áreas da reserva, bem como sobre o patrimônio histórico e espeleológico. Além disso, não praticam de atividades de preservação ambiental, e não há ocorrência de fiscalização. Todos os entrevistados (100%) não souberam responder sobre práticas ambientais que poderiam ser implementadas em suas propriedades. Também foi constatado que nenhum deles possui outorga para uso da água, não realizam monitoramento quantitativo e qualitativo, e não participam de comitês de bacias hidrográficas e alocação de água. Ademais, a barragem não conta com normas de segurança.

CONCLUSÕES

A análise da percepção ambiental dos usuários dos recursos hídricos em Água Nova/RN possibilitou uma compreensão mais profunda de suas atitudes em relação aos recursos hídricos e ao meio ambiente. É perceptível que, embora haja uma valorização dos açudes como fonte de água e lazer, também existem preocupações relacionadas a impactos ambientais adversos, como contaminação e redução do volume de água.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, E. S.; GARCIA, P. H. M.; FUJIHARA, J. R. P. Percepção ambiental dos professores dos anos iniciais em uma escola municipal na cidade de Campo Grande/MS. **Geofronter**, Campo Grande, 2024, v. 10, p. 01-25, e7746.

BRANDALISE, L. T.; BERTOLINI, G. R. F. Instrumentos de medição de percepção e comportamento: uma revisão. **Revista Ciências Empresariais**, v. 14, n. 1, p. 7-34, 2013

CAMPOS, E. A. de; MONTEIRO, B. A. D. Educação ambiental, práticas e saberes docentes em comunidade remanescente de quilombo. **Revista Terceira Margem Amazônia**, v. 7, n. 18, p. 179-190, 2022.

SALVIANO, M. C. M. *et al.* Percepção ambiental de grupos sociais sobre a Agenda Ambiental na Administração Pública (A3P) em uma instituição de ensino superior, no Nordeste do Brasil. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 8, p.59397-59411, ago. 2020.

SILVA, A. C. L.; SILVA, C. M. Percepção ambiental em instituições públicas do Brasil. **Cuadernos de educación y desarrollo**, v.16, n.2, p. 01-25, 2024.

SILVA, I. P. *et al.* Consciência ambiental versus as práticas de comportamento pró-ambiental de acadêmicos de graduação. **Revista Eletrônica de Gestão Organizacional**, v. 14, p. 59-74, 2016.

Área: Educação Ambiental e Conscientização Pública

PERCEPÇÃO AMBIENTAL DOS USUÁRIOS DO AÇUDE DO NAFUÊ NO MUNICÍPIO DE ÁGUA NOVA/RN

Luálison Lentine da Costa Monte¹; Jorge Luís de Oliveira Pinto Filho

¹Discente. Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA). Campus Pau dos Ferros, BR 226, KM 405 – Bairro São Geraldo – Pau dos Ferros/RN. ¹lualisonlentine@hotmail.com

²Docente. Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA). Campus Pau dos Ferros, BR 226, KM 405 – Bairro São Geraldo – Pau dos Ferros/RN. ²jorge.filho@ufersa.edu.br

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

RESUMO: A percepção ambiental refere-se à forma como os indivíduos interpretam e interagem com o ambiente que os cerca. É influenciada por uma variedade de fatores, incluindo experiências pessoais, conhecimento prévio, valores culturais e influências sociais. Uma percepção ambiental positiva pode levar a comportamentos pró-ambientais, como conservação de recursos, adoção de práticas sustentáveis e engajamento em ações de proteção ambiental. A metodologia empregada foi organizada seguindo um plano de pesquisa, principalmente qualitativo, uma vez que envolve uma análise da percepção ambiental dos usuários do açude do Nafuê, localizado no município de Água Nova/RN. Utilizando um questionário, o estudo buscou identificar, diagnosticar e categorizar a percepção ambiental dos participantes. O resultado da análise da percepção ambiental revelou uma valorização dos recursos hídricos, especialmente dos açudes, como fonte de água e lazer pelos usuários em Água Nova/RN. No entanto, também evidenciou preocupações significativas em relação aos impactos ambientais negativos, como contaminação e redução do volume de água.

Palavras-chave: Educação ambiental; Impacto ambiental; Recursos hídricos.

INTRODUÇÃO

Segundo Miller (2008) o ser humano desempenha um papel central no cenário de degradação ambiental que enfrentamos atualmente. Para Farias et al (2020) na sociedade capitalista, ocorre uma apropriação extremamente voraz da natureza, caracterizada pelo consumo, acumulação de capital e descarte em uma velocidade tão acelerada que o sistema natural não consegue suportar tais impactos negativos. Conforme Santos et al (2020) esse estilo de vida e forma de apropriação da natureza têm acarretado uma série de problemas e catástrofes ambientais, incluindo alterações na temperatura, enchentes, secas prolongadas, erosão, além do surgimento de agentes, pragas e doenças.

A conservação ambiental é vista como um meio de conciliar a preservação dos recursos naturais com seu uso sustentável, buscando equilibrar essa relação muitas vezes dissociativa entre o homem e a natureza. Sendo assim, entender como são determinadas as experiências com o ambiente e o processo de sensibilização passaram a ser parte necessária nesse processo

(GRENNO; PROFICE, 2019). Layrargues (2004) vê a educação Ambiental, alvo de extensos debates e esforços ao longo dos anos, figura como uma das ferramentas educacionais mais cruciais no abordar das questões ambientais. Integrada a outras metodologias educacionais, ela constitui a Educação para o Ambiente e desempenha um papel central na condução de todas as iniciativas voltadas para a formação socioambiental dos indivíduos.

Para Santos e Souza (2020) as pesquisas sobre a percepção ambiental humana são essenciais para compreender as interações entre o homem e o ambiente. Elas têm como objetivo investigar como o ser humano percebe, interpreta, convive e se adapta à realidade do meio em que vive, especialmente em ambientes que são instáveis ou vulneráveis social e naturalmente. Posto isso, o presente trabalho tem como objetivo analisar a percepção ambiental dos usuários do açude do Nafuê do município de Água nova/RN.

METODOLOGIA

A metodologia utilizada foi estruturada com base em um plano de pesquisa predominantemente qualitativa, dado que apresenta uma análise da percepção ambiental dos usuários do açude do Nafuê do município de Água Nova/RN. Por meio de um questionário que buscou identificar, diagnosticar e classificar a percepção ambiental, fazendo uso de uma estratégia direta de coleta de dados por meio de entrevistas. As entrevistas foram tanto semiestruturadas, quanto não estruturadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na avaliação da percepção ambiental conforme apresentado no Quadro 1, todos os entrevistados (100%) destacaram a grande importância do açude do Nafuê para suas famílias. Quando questionados sobre os principais tipos de poluição, 55% apontaram as atividades humanas como responsáveis. De acordo com estudos realizados por Marques et al. (2022), quando questionados sobre os responsáveis pela poluição da barragem, 69% dos entrevistados afirmaram que a responsabilidade recai sobre a sociedade em geral.

Quadro 1 - Percepção ambiental dos usuários da Barragem do Nafuê do município de Água Nova/RN

Percepção ambiental				
Variáveis	Quantitativo (%)			
Importância da barragem	Muito Importante	Importante	Razoável	Pouco Importante
	100%	0%	0%	0%
Principais tipos de poluição	Natural		Humana	Não sou responder
	40%		55%	5%

Principais agentes de poluição	biodegradáveis	Tóxicos	Biológicos	Outros
	60%	0%	0%	40%
Preservação da barragem	Muito importante	importante	Razoável	Pouco importante
	100%	0%	0%	0%
Quem realiza a preservação	População local	empresas	Poder público	Ninguém
	75%	0%	10%	15%
Frequências de debates ambientais	Nunca	Quase nunca	Regular	Com frequência
	90%	10%	0%	0%
Problemas mais urgentes	Escola	Saúde	Coleta de resíduos sólidos	Esgotamento sanitário
	25%	35%	30%	10%
Impactos positivos da atividade	Qualidade de vida		Não soube responder	
	55%		45%	
Impactos negativos da atividade	Nenhum			
	100%			
Conflitos no reservatório	Nenhum			
	100%			

Fonte: Do autor (2024)

Quando questionados sobre os principais tipos de poluição 40 % concordaram que a poluição ocorre de forma natural e 5 % não souberam responder. Em relação aos agentes de poluição, houve certa hesitação nas respostas, sendo que 60% mencionaram agentes biológicos, como animais, e 30 % apontaram as atividades humanas como principais causadoras. A investigação referente às percepções dos indivíduos em comunidades rurais possibilita que eles participem de um processo de construção de conhecimento, essa se torna premissa para o desenvolvimento da educação ambiental (COUTINHO et al, 2023).

A preservação e conservação do açude do Nafuê foram consideradas muito importantes pelos entrevistados, uma vez que é por meio dele que têm acesso à água, solucionando um problema enfrentado há muito tempo de escassez de água na comunidade. Surpreendentemente, 75% dos entrevistados afirmaram que são responsáveis pela preservação do açude, indicando uma consciência coletiva de conservação da barragem. Nos discursos dos entrevistados, evidenciou-se um leve desconforto em relação às práticas e debates ambientais, notando-se que não estavam familiarizados com o termo. Em relação à frequência de debates ambientais na comunidade, a maioria esmagadora (90%) confirmou que eles são inexistentes. Moimaz e Vestena (2017) argumentam que a educação ambiental está intrinsecamente ligada à percepção ambiental, destacando o papel da educação em considerar os conhecimentos individuais para lidar com os novos desafios ambientais. Esse processo envolve a introdução de novas ideias e perspectivas, visando uma mudança nos hábitos, atitudes e comportamentos em relação à

natureza e todas as suas interações.

Para Nascimento et al (2021) A educação ambiental deve oferecer às pessoas uma compreensão crítica e abrangente do ambiente, elucidando de maneira clara seus valores e promovendo ações que as capacitam a adotar uma postura participativa e consciente em relação ao uso dos recursos naturais. Por meio desse processo, busca-se aprimorar a qualidade de vida, reduzir a extrema pobreza e promover uma diminuição consciente do consumismo desenfreado.

A comunidade Serra das Almas enfrenta diversos problemas, incluindo a falta de coleta de resíduos sólidos, mencionada por 35% dos entrevistados. Este problema é atribuído à localização da comunidade, situada a certa distância da zona urbana, o que dificulta a implementação de um serviço regular de coleta de resíduos sólidos. Outro problema apontado é a falta de escola, mencionada por 25% dos entrevistados. Eles afirmam que a retirada da creche deixou uma lacuna na educação, tornando necessário que as crianças se desloquem até a cidade para estudar.

Ao serem indagados sobre os impactos positivos relacionados à atividade de abastecimento humano, 75% dos entrevistados destacaram que a melhoria na qualidade de vida da população residente na Comunidade Serra das Almas foi o principal aspecto positivo. Cerca de 25% dos entrevistados optaram por não responder ou se abstiveram de fazê-lo. Assim, para Velasco et al (2018) e Sartori et al (2022) é fundamental adotar uma prática sustentável no uso da água para satisfazer as demandas sem comprometer o capital ambiental dos recursos hídricos para as futuras gerações.

CONCLUSÕES

A análise da percepção ambiental dos usuários dos recursos hídricos em Água Nova/RN possibilitou compreender suas atitudes em relação tanto aos recursos hídricos quanto ao meio ambiente. Foi observado que, embora haja uma valorização dos açudes como fonte de água e lazer, também existem preocupações em relação aos impactos ambientais negativos, tais como contaminação e redução do volume de água.

REFERÊNCIAS

COUTINHO, J. B. *et al.* Percepção ambiental de moradores da zona de amortecimento do Parque Estadual das Sete Passagens na Bahia. **Revbea**, São Paulo, V. 8, No7:22-41, 2023.

FARIAS, E. S. *et al.* Instalação e operação de parques eólicos: impactos negativos para o meio ambiente e sociedade. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 8, p. 62189-62201. Curitiba-PR, 2020.

GRENNO, F.E.; PROFICE, C. C. Experiências diretas entre crianças e natureza-educar para a sustentabilidade. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental, Rio Grande**, v. 36, n. 1, p. 324-338. jan./abr.2019.

LAYRARGUES, P. P. **Identidades da Educação Ambiental Brasileira**. Brasília: MMA. 2004.

MARQUES, Welinton Ribeiro Aquino et al. A percepção ambiental na aplicação da educação ambiental em escolas. **Revbea**, São Paulo, V. 17, No2:527-545, 2022.

MOIMAZ, M. R. e VESTENA, C. L. B. Fenomenologia e percepção ambiental como objeto de construção à Educação Ambiental. **Revbea**, v. 12, n. 2, p. 67-78, 2017.

NASCIMENTO, E.K.A. *et al.* Análise da percepção ambiental da comunidade de Cacimba Funda (CE). **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, v. 16, n. 4, p. 10-17, 2021.

MILLER, G.T. **Ciência Ambiental**. Tradução All Tasks. 11. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2008. 501p.

SARTORI, S. V. *et al.* Environmental education in the context of sustainable water resource management. **International Journal for Innovation Education and Research**, v. 10, n. 3, p. 341-354, 2022.

SANTOS, F.P.; SOUZA, L.B. Estudo da percepção da qualidade ambiental por meio do método fenomenológico. **Mercator**. Fortaleza, v. 14, n. 2, p. 57-74, mai./ago. 2015.

SANTOS, P. R. *et al.* Breve análise da importância dos órgãos executores da política ambiental brasileira frente aos agravos ambientais em unidades de conservação. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**: vol.7, nº 15, p.211-223. 2020

VELASCO, J. F. *et al.* Sustainable water use in agriculture: A review of worldwide research. **Sustainability**, v. 10, n. 4, p. 1084, 2018.

Área: Gestão Integrada de Recursos Hídricos

PERCEPÇÕES DA POPULAÇÃO RURAL E URBANA SOBRE BENS E SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS EM PAISAGEM DE RESERVATÓRIO

Lívia Maria Osório de Sousa¹; Dalescka Barbosa de Melo¹; Lucianna Marques Rocha Ferreira¹;

Joseline Molozzi²;

¹ Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação, Universidade Estadual da Paraíba – UEPB, liviaosorio.tn@gmail.com; dalescka@gmail.com e lucianna.mrf@gmail.com

² Departamento de Biologia/Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação, Universidade Estadual da Paraíba – UEPB, jmolozzi@gmail.com

E-mail do autor correspondente: liviaosorio.tn@gmail.com

RESUMO: Reservatórios de água doce ofertam diferentes bens e serviços ecossistêmicos (BSE), proporcionando melhor qualidade de vida e bem-estar para as populações que deles dependem (ex.: água potável e alimento). Diante disso, foi avaliada a percepção da população rural e urbana sobre os BSE ofertados pela paisagem de reservatórios. O estudo foi conduzido no entorno dos reservatórios das cidades de Boqueirão e Camalaú, pertencentes a Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba, Paraíba, Brasil. Para identificar a percepção da população ribeirinha sobre os BSE, assim como para avaliar o seu nível de importância, foi utilizado o método mapeamento participativo. As populações de áreas rurais percebem 12,5% a mais BSE se comparado a população urbana. No entanto, ambos os grupos reconhecem o valor fundamental desses BSE, dada sua importância para o bem-estar individual e coletivo. Este estudo é relevante para a compreensão desses ecossistemas na perspectiva das pessoas que vivem próximo a eles, fornecendo *insights*, como a importância dessas comunidades para a gestão participativa no desenvolvimento de projetos e estratégias de conservação desses ecossistemas.

Palavras-chave: Benefícios ecossistêmicos; ecossistema dulcícola; sistema de repesamento; percepção social.

INTRODUÇÃO

O semiárido brasileiro enfrenta variações climáticas com períodos de chuvas intermitentes, gerando conflitos pelo uso da água entre os usuários durante os períodos de seca. Assim, a construção de reservatórios na região semiárida trouxe significativos benefícios à população, uma vez que esse ecossistema (o reservatório e sua área circundante) pode fornecer água potável e promover atividades agrícolas e de piscicultura (CHELLAPPA et al., 2009), esses benefícios são considerados BSE.

Segundo a CICES os BSE possuem três seções, ou categorias principais: provisão (que incluem recursos essenciais como a água, alimentos e madeira); regulação e manutenção (serviços responsáveis por regulação climática e ou de processos ecológicos, como a qualidade do ar, polinização e doenças); e culturais (que abrangem aspectos espirituais, de educação, religiosos e recreativos, como lazer) (HAINES-YOUNG; POTSCHIN-YOUNG, 2018).

Devido à diversidade de perspectivas individuais, as pessoas costumam atribuir significados e valores únicos às funções ecossistêmicas, o que torna desafiador analisar suas percepções sobre o assunto com o objetivo de estabelecer diretrizes para uma gestão integrada e participativa (COSTANZA et al., 2017). Diante disso, objetivou-se analisar a percepção da população rural e urbana e avaliar o nível de importância atribuído aos BSE ofertados pela paisagem de reservatórios. Adicionalmente, testou-se a hipótese que a população rural percebe mais BSE fornecidos pelo sistema ecológico de reservatórios e atribui a eles maior nível de importância, se comparado a população urbana.

METODOLOGIA

A pesquisa foi conduzida nos reservatórios Epitácio Pessoa (Boqueirão, Paraíba, Brasil) e Camalaú (Camalaú, Paraíba, Brasil), localizados na região hidrográfica do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba. Nos dois reservatórios, a área urbana foi definida como aquela com maior concentração populacional, presença de centros comerciais e urbanos, enquanto a área rural foi caracterizada por residências espaçadas, intercaladas por áreas vegetadas e atividades agrícolas e pecuárias (IBGE, 2023). Os critérios de inclusão para os participantes da pesquisa foram: residir a uma distância de até 200 metros do reservatório (DE LIRA AZEVÊDO et al., 2022) ser maior de idade e consentir em participar do estudo.

A percepção das populações ribeirinhas sobre os BSE e sua importância foi obtida por meio do mapeamento participativo (WOLFF; SCHULP; VERBURG, 2015) realizados entre 2021 e 2022. Essa etapa foi aprovada pelo Comitê de Ética da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), número do parecer: 5.053.838.

Em um mapa temático de tamanho A4, contendo uma imagem aérea do reservatório e de sua área circundante, obtida através do *Google Earth*, os participantes responderam perguntas sobre suas percepções e marcaram os locais que oferecem algum BSE e classificando seu nível de importância como: muito baixo, baixo, médio, alto e muito alto. Os BSE apontados pelos participantes foram classificados conforme *The Common Classification of Ecosystem Services* (CICES), versão 5.1 (HAINES-YOUNG; POTSCHIN-YOUNG, 2018).

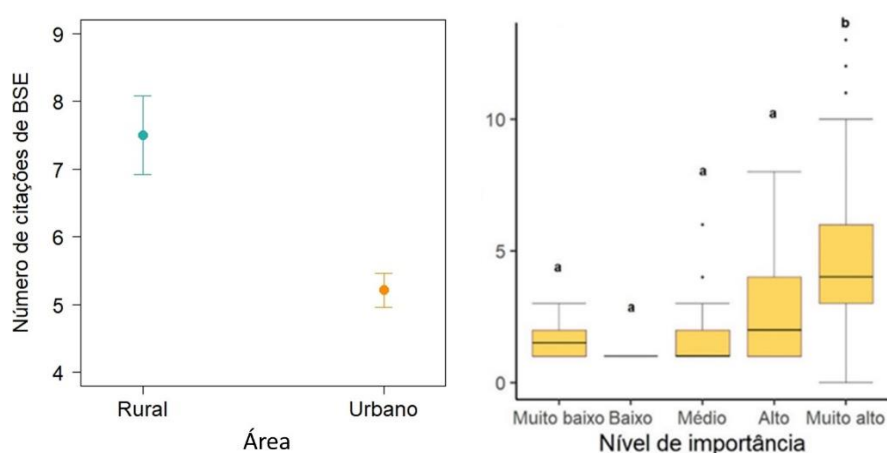
Para verificar se existem diferenças significativas entre as percepções das populações da área rural e urbana em relação ao número de BSE e número de BSE por seção (provisão, regulação e manutenção e cultural) citados pelos entrevistados, bem como entre o nível de importância dos BSE, foi realizado o teste estatístico Análise Multivariada de Permutação de Variância (PERMANOVA) seguidos de teste post hoc (*pairwise*) para as interações que foram significativas (ANDERSON, 2001). A diferença entre as percepções das diferentes áreas quanto

ao reconhecimento de BSE foi avaliada através do teste Mann-Whitney. Os testes estatísticos foram gerados com a utilização do software R Studio, versão 4.1.3 (R CORE TEAM, 2016), sendo considerado o nível de significância de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram entrevistadas 64 pessoas, sendo 38 residentes da área urbana e 26 da área rural. Os entrevistados identificaram um total de 32 classes de BSE fornecidos pelos reservatórios. A população rural identificou 18 classes de BSE em 189 citações ($U=735$, $p=0,009$, Figura 1), enquanto a população urbana identificou 14 classes em 193 citações, totalizando 382 citações de BSE por todos os entrevistados.

Figura 1. Número de citações de BSE e nível de importância de BSE em função da área rural e urbana dos reservatórios de Camalaú e Eptácio Pessoa (Paraíba, Brasil)



Os serviços de provisão, tanto na área rural quanto na área urbana, foram os mais percebidos pela população, entretanto em média a população rural cita mais BSE de provisão que a população urbana (PERMANOVA, $F_{1,63}=9,25$; $r^2=0,12$; $p=0,004$), assim como os BSE de regulação e manutenção e culturais (PERMANOVA, $F_{1,63}=6,37$; $r^2=0,09$; $p=0,02$).

Esses resultados demonstram que a percepção dos entrevistados está associada à interação dessas pessoas com esses sistemas ecológicos (JUAN; GELCICH; MANAGEMENT, 2017). As populações rurais perceberam serviços de regulação e manutenção que não foram percebidos pela população urbana, como os serviços relacionados ao controle de enchentes e processos de intemperismo e seus efeitos na qualidade do solo, nos indicando que, provavelmente, as áreas urbanas são pouco beneficiadas por esses serviços ecossistêmicos devido a degradação ambiental de área majoritariamente construída, resposta semelhante com a observada por Yang et al. (2019).

Observou-se que não há diferença significativa entre as populações das diferentes áreas quanto ao nível de importância aplicado aos BSE (PERMANOVA, $F_{4,99} = 2,40$; $r^2 = 0,06$; $p = 0,07$). Entretanto, verificou-se diferença entre os níveis de importância e o número de BSE (PERMANOVA, $F_{4,99} = 13,01$; $r^2 = 0,32$; $p = 0,0001$, Figura 1), em que o nível de importância “Muito Alto” foi o mais utilizado para valorar os serviços citados.

Os serviços de provisão, especialmente relacionados a água, foram categorizados com nível de importância “Alto” e “Muito alto”, seguido dos serviços culturais. Dessa forma, verificou-se que os serviços ligados a necessidade básica dos seres humanos são mais importantes que os demais. A alta valorização dada ao serviço “Água de superfície para fins potáveis”, pelos entrevistados de ambas as áreas, também pode estar relacionada ao fato dessas populações terem vivência com ciclos de secas, que é comum na região semiárida do Brasil (MARENGO et al., 2011), sugerindo a alta dependência da população desses municípios aos reservatórios e BSE prestados por eles, bem como a ligação que esse sistema ecológico tem com o bem-estar da população.

CONCLUSÕES

Os BSE mais mencionados e considerados de maior importância pelas pessoas, independentemente da área (rural ou urbana) que reside, são aqueles relacionados às necessidades básicas, como água e recursos naturais (animais e plantas) para alimentação. No entanto, é notável que a população rural identifica 12,5% mais classes de BSE do que a população urbana. Esse resultado sugere que a percepção e a valorização dos BSE estão diretamente ligadas ao nível de interação das pessoas com o ambiente que os fornece. Nesse cenário, esse estudo emerge como uma ferramenta para a gestão participativa, pois a relação das comunidades ribeirinhas com os reservatórios e seu entorno pode contribuir na manutenção da qualidade desses ambientes, por meio da participação em projetos e estratégias de conservação, por exemplo, atuando na investigação da poluição nesses ambientes. A abordagem participativa na gestão torna-se uma aliada na preservação dos reservatórios e dos BSE que eles proporcionam.

REFERÊNCIAS

- ANDERSON, M. J. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. **Austral Ecology**, v. 26, n. 1, p. 32–46, fev. 2001.
- CHELLAPPA, S. et al. Reproductive seasonality of the fish fauna and limnecology of semi-arid Brazilian reservoirs. **Limnologia. Elsevier**, v. 39, n. 4, p. 325–329, 2009.
- COSTANZA, R. et al. Twenty years of ecosystem services: how far have we come and how far do we still need to go? **Ecosystem services**, v. 28, p. 1–16, 2017.

DE LIRA AZEVÊDO, E. et al. Perception of the local community: What is their relationship with environmental quality indicators of reservoirs? **PLoS ONE**, v. 17, n. 1 January, 1 jan. 2022.

HAINES-YOUNG, R.; POTSCHIN-YOUNG, M. Revision of the common international classification for ecosystem services (CICES V5. 1): a policy brief. **One Ecosystem**, v. 3, p. e27108, 2018.

IBGE. **Proposta metodológica para classificação dos espaços do rural, do urbano e da natureza no Brasil / IBGE, Coordenação de Geografia**. 1. ed. Rio de Janeiro: [s.n.].

JUAN, S. DE; GELCICH, S.; MANAGEMENT, M. F. Integrating stakeholder perceptions and preferences on ecosystem services in the management of coastal areas. **Ocean & Coastal Management, Elsevier**, v. 136, p. 38–48, 2017.

MARENGO, J. et al. Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro. **Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas**, v. 1, p. 385–422, 2011.

R CORE TEAM. **R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing**. Vienna, Austria. 2016.

WOLFF, S.; SCHULP, C. J. E.; VERBURG, P. H. Mapping ecosystem services demand: A review of current research and future perspectives. **Ecological Indicators**, v. 55, p. 159–171, 2015.

YANG, S. et al. Socio-cultural valuation of rural and urban perception on ecosystem services and human well-being in Yanhe watershed of China. **Journal of Environmental Management**, v. 251, 1 dez. 2019.

Área: Uso Sustentável da Água

PERFIL DE CONSUMO – RECORTE DO ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM UM TERRITÓRIO NA BACIA HIDROGRÁFICA DOS RIOS NO ENTORNO DO LADO DE SOBRADINHO

Uilma S. Pesqueira⁽¹⁾

Embasa, Rua Dr Tancredo Neves Nº 190 – Centro – Campo Alegre de Lourdes BA. CEP 47220-000 Tel: (74) 3541-8400
- e-mail: uilma.pesqueira@embasa.ba.gov.br

RESUMO: A escassez da água reflete o cotidiano de muitos conforme aponta o Relatório das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos (2017), onde destaca que dois terços da população mundial, atualmente, vivem em áreas que passam pela escassez da água por, pelo menos, um mês ao ano. Dentro das infraestruturas básicas que os municípios precisam ter para favorecimento de uma vida com dignidade aos seus munícipes, Saneamento Básico, é considerado o mais importante, tanto do ponto de vista de saúde, como também, pela questão da própria concepção de civilidade humana. Dentre os componentes do Saneamento Básico, o acesso a água tratada é considerado a mais impactante, pois está diretamente ligada à sobrevivência humana. Sendo assim, o referido trabalho tem como objetivo principal, evidenciar o consumo de uma população urbana inserida no território de Campo Alegre de Lourdes onde possui limite geográfico com o estado do Piauí inserido na área de abrangência do Comitê de Bacias dos Rios no Entorno do Lago de Sobradinho, território historicamente impactado com a escassez hídrica, sendo que desde 2019 tem o abastecimento de água potável realizado com água captada no Lago de Sobradinho através do Sistema Integrado de Abastecimento de Água pela Companhia Embasa.

Palavras-chave: Comitê de Bacia Hidrográfica nos Rios do Entorno do Lago de Sobradinho; Saneamento Básico; Abastecimento de Água; Consumo.

INTRODUÇÃO

Dentre os desafios deste século o abastecimento de água e o esgotamento sanitário têm enfrentado enormes obstáculos, principalmente o acesso destes serviços para as populações pobres. Segundo Castro & Heller (2013), existem desafios cruciais enfrentados no mundo inteiro pelo setor de água e esgotos, o autor cita ainda que dentro destes desafios estão presentes fatores que vão além de soluções tecnológicas e fenômenos naturais, como a seca.

A escassez da água está presente no cotidiano de muitos conforme aponta o Relatório das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos (2017), onde destaca que dois terços da população mundial atualmente vivem em áreas que passam pela escassez da água por, pelo menos, um mês ao ano.

O crescente desenvolvimento econômico tem provocado um aumento de consumo de água, com índices elevados. Para os autores esse aumento significativo está relacionado ao aumento populacional e industrial sem planejamento e infraestruturas adequados, outra variável importante, está nas perdas de água nos sistemas de abastecimento.

O município de Campo Alegre de Lourdes está localizado no norte da Bahia e faz fronteira com estado do Piauí. De acordo com o IBGE sua população estimada de 2018 ficou em torno de 28.844 pessoas. Densidade demográfica de 10,10 hab/km². Conforme aponta os relatos do território de Campo Alegre de Lourdes, desde a criação através da povoação à vila no ano de 1938 e, posteriormente, a mudança do topônimo de Catita para Campo Alegre de Lourdes em 1962 com a fundação do então município, com exceção dos poços artesianos por administração municipal em 1998, não houve sistema de abastecimento de água tratada no município. No início da formação populacional anteriormente vila e, logo em seguida, município, a fonte de abastecimento de água foi através de coleta direta em uma lagoa existente na sede municipal. No entanto, com o passar dos anos devido o acréscimo populacional e o uso indevido, a fonte de captação acima citada tornou-se imprópria para consumo. Logo em seguida, de acordo com informações, tanto por parte da população, bem como, pelo gestor municipal, devido a água da lagoa ter se tornada imprópria para consumo humano buscou-se outras fontes para suprir a demanda de água da população.

METODOLOGIA

Descrição da área

O Sistema Integrado de Abastecimento de Água (SIAA) de Campo Alegre de Lourdes é um sistema da Embasa pertencente a Regional UNS, constituído por, aproximadamente, 200 km de Adutora Principal de Água Tratada, sendo 100 km em PVC Defofo DN 400 mm na 1ª ETAPA (entre a Captação / ETA e a sede de Campo Alegre de Lourdes), e mais 98 km em PVC Defofo DN 250 na 2ª ETAPA (entre Campo Alegre de Lourdes e povoado de Angico dos Dias), além de diversas derivações, subadutoras com 368 km de extensão, atendendo a diversas localidades e chafarizes rurais nos municípios de Pilão Acordo e Campo Alegre de Lourdes, tornando-o um sistema muito complexo operacionalmente. O sistema consiste de Captação localizada em braço do Lago de Sobradinho, ETA convencional (Floculador, decantador e filtros), 07 Estações Elevatórias de Água Tratada, 02 Boosters (Angico do Remanso e Santa Úrsula) e 20 chafarizes.

Sede de Campo Alegre de Lourdes

A sede municipal de Campo Alegre de Lourdes possui, atualmente, onze (11) bairros. A malha urbana é bastante expandida possuindo uma lagoa localizada na extremidade Norte da limítrofe urbano. Os bairros existentes são, a saber: Centro, Alto do Juazeiro, Boa Vista, Levada, Pedro Alcântara, Outro Lado, Farinha Quente, Xique-Xique, João José Bezerra,

Joaquim Antunes e Sereno. Dos bairros supracitados considerados Bairros Centrais são: Centro, Pedro Alcântara e Joaquim Antunes, os demais são considerados bairros em regiões periféricas. Uma característica importante da sede municipal de Campo Alegre de Lourdes é a existência de cisternas, conhecidas pelos nativos como caldeirões.

Histórico sobre o Abastecimento de Água na Sede de Campo Alegre de Lourdes

Foi criado no ano de 1998, um sistema de abastecimento de água advinda de cinco poços artesianos com gestão municipal. No entanto, o referido sistema funcionou por um período curto, dois (02) anos, devido os poços terem vazão insuficiente para a demanda do consumo per capita da população no período.

Sendo assim, o uso da água para consumo humano no município, antes da chegada da água do São Francisco através do Sistema Integrado de Abastecimento de Água operado pela Embasa, para um recorte da população, ocorria através de água envasada. Outra parte da população, devido não possuir renda para a aquisição de água envasada, utilizava diversas fontes de água para consumo humano dentre estas estão água captada de chuva sem tratamento e armazenadas de diversas formas, bem como, água dos poços presentes na cidade com dureza elevada. Este recorte da população era susceptível a diversas doenças devido o consumo de água de forma inadequada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

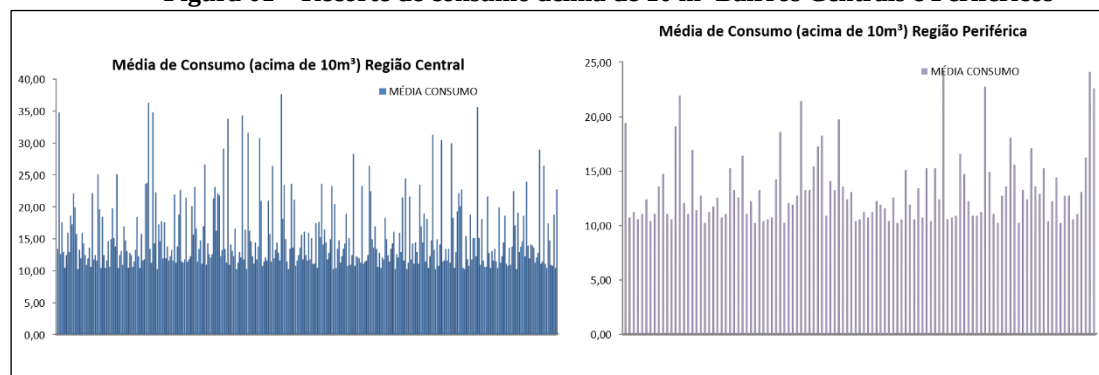
Para corroborar com a pesquisa do trabalho supracitado, foi usado como base de fundamentação teórica e contribuição na análise dos resultados, o trabalho “Geopolítica da Escassez da Água – Recorte do Abastecimento de Água em um Território no Semiárido Nordeste Brasileiro”, trabalho de pesquisa no território de estudo deste. Na referida pesquisa traz o dado sobre as formas de reservação dos imóveis de Campo Alegre de Lourdes, zona urbana, onde informa que 38% da população possui em suas residências cisternas como fonte de reservação. Foi encontrada cisternas com diversas capacidades com volumes variando em 8 m³ até 70 m³.

De acordo com a ONU, cada pessoa necessita de 3,3 mil litros de água por mês (cerca de 110 litros de água por dia para atender as necessidades de consumo e higiene. A população da sede em Campo Alegre de Lourdes, após a chegada da água tratada através do Sistema Integrado de Abastecimento de Água, tem média de consumo com valores que chegam a 40,00 m³/mensal.

O recorte de consumo mensal tem comportamento variado quando comparado ao recorte

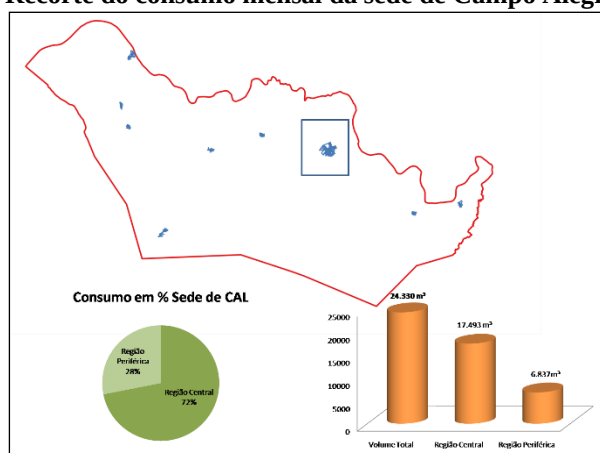
social. Os bairros centralizados onde possuem uma estrutura física mais robusta e com capacidade de reservação maior, têm média mensal de consumo com valores que chegam a 40,00 m³/mensal. Para os bairros periféricos o comportamento do consumo tem um valor bem abaixo, com média mensal de consumo de 20 m³/mensal (Figuras 01).

Figura 01 – Recorte de consumo acima de 10 m³ Bairros Centrais e Periféricos



A tabela tarifária aplicada pela Embasa, a tarifa mínima de água é até 6m³, para o estudo foi utilizada o uso mínimo de 10m³ levando em consideração o Decreto 82.587/78 onde determina o mínimo de 10m³, embora o referido decreto tenha sido revogado, é com base nele que as companhias utilizam a régua tarifária como padrão. Sendo assim, através do recorte do consumo *versus* o recorte social da população urbana de Campo Alegre de Lourdes, verificou-se que a maior concentração de volume do consumo mensal está situada nos bairros centrais da malha urbana, com 72% do volume total disponibilizado para a sede municipal, já os bairros periféricos consomem 28% do volume total de 24.330 m³ (Figura 02).

Figura 02 – Recorte do consumo mensal da sede de Campo Alegre de Lourdes



CONCLUSÃO

A água é uma riqueza natural e possui verdadeiros valores seja do ponto de vista sanitário, cultural, social, econômico e geopolítico onde para muitos já é considerada valorosa

intitulando de “ouro azul”, no entanto, o uso de forma inadequado deixa suscetível a impactantes alterações naturais. De acordo com BORDALO (2012), o risco de escassez de água para o próximo milênio está diretamente ligado à necessidade de uma mudança na busca de um novo paradigma que visa a eficiência dos sistemas de abastecimento através de manejo adequado da água.

No cenário atual 2,1 bilhões de pessoas ainda não possuem acesso a água com segurança. Sendo assim, é mister salientar, que a referida população da sede de Campo Alegre de Lourdes, em particular, as residentes em bairros centrais, necessitam de trabalhos de educação ambiental voltado para o consumo consciente da água, haja visto, que a ONU destaca que dois terços da população mundial atualmente vivem em áreas que passam pela escassez da água por, pelo menos, um mês ao ano.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

BORDALO, C.A.L. A “Crise” Mundial da Água vista numa perspectiva da Geografia Política, 2012;

CASTRO, J.E. & HELLER, L. Política pública e gestão de serviços de saneamento. 2013;
IBGE – Pesquisa Nacional por Amostra por Domicílios – Síntese de Indicadores. 2015;

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em:<
<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/campo-alegre-de-lourdes/panorama>;

PESQUEIRA, U. S. GEOPOLÍTICA DA ESCASSEZ DA ÁGUA – Recorte do Abastecimento de Água em um Território no Semiárido Nordeste;

United Nations – ONU. Relatório das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos, 2017;

United Nations – ONU. Relatório das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos, 2017.

Área: Geoprocessamento Aplicado aos Recursos Hídricos.

PRODUÇÃO DE ÁGUA NO MUNICÍPIO DE GARARU: INSERÇÃO DE TECNOLOGIAS SOCIAIS NA RECUPERAÇÃO E PRESERVAÇÃO DAS NASCENTES

Daniela Santos Feitoza ¹; Sheila Santos Feitosa ²; Mateus Nascimento Lira³; Hebert Ruan
Conceição da Silva ⁴; Jessica Santos Feitoza ⁵; Jose Eloizio da Costa ⁶.

¹ Geógrafa, Mestre em Geografia/PPGEO/UFS e Doutoranda em Geografia- PPGEO/UFSM. Técnica ambiental do Projeto Água- IDESA-BRASIL. danielafeitoza22@gmail.com

² Engenheira Floresta e Mestre em Recursos Hídricos/UFS, Coordenadora do projeto Água- IDESA- BRASIL, feitosasheila5@gmail.com

³ Graduando em Eng. de Pesca/UFS, Técnico ambiental, -IDESA/BRASIL. mateusnlira@gmail.com

⁴ Geógrafo, Mestre e Doutorando em Geografia- PPGEO/UFS. heberty.ryan@gmail.com

⁵ Jornalista/ UFS, Coordenadora de Comunicação, - IDESA/BRASIL. jessicacomuna@gmail.com

⁶ Professor Titular do Departamento de Geografia da Universidade Federal de Sergipe. eloiziocosta@academico.ufs.br

RESUMO: A temática da produção de água é um desafio dentro da linha do desenvolvimento rural, ou seja, entre os agricultores familiares do território do semiárido no estado de Sergipe e isso pode ser operacionalizado a partir do impulso na recuperação e preservação das nascentes existentes no município, com aplicação, pela experiência no desenvolvimento das tecnologias sociais como substrato na obtenção da água. O contexto é desenvolver esses processos, por amostra, da possibilidade de cumprir as metas visando articular, também em parcerias com órgãos e empresas estatais; através de um conjunto de procedimentos em que envolve os atores sociais protagonistas. Agrega-se também o desenvolvimento de experiências com a implantação de técnica de saneamento sob a perspectiva da tecnologia social tendo como matéria-prima a matéria orgânica gerada nas unidades produtivas, sendo de grande valia para essas comunidades onde redes de captação e tratamento de efluentes, básico para o bem estar social, estão longe de ser uma realidade.

Palavras-chave: Agricultura Familiar, Nascentes, Produção de Água, Semiárido.

INTRODUÇÃO

O projeto intitulado **Produção de água no município de Gararu: Inserção de tecnologias sociais na recuperação e preservação das nascentes**, é desenvolvido pelo **Instituto de Desenvolvimento Vale do Cotinguiba/IDESA-BRASIL**, e está em fase de execução no território do médio sertão de Sergipe, localizado no baixo curso da bacia rio São

Francisco, mais propriamente no município sergipano de Gararu/SE, é um projeto que tem financiamento do **FUNDECI - Fundo de Desenvolvimento Econômico, Científico, Tecnológico e Inovação**, e foi selecionado na chamada pública: **EDITAL FUNDECI 02/2020 – ÁGUA E SANEAMENTO – Apoio à Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação/BNB- Banco do Nordeste**, e tem como principal objetivo desenvolver tecnologias sociais na linha de produção de água e saneamento ambiental no município, com uso de instrumentos para a proteção e recuperação das nascentes e no aprimoramento das técnicas de baixo custo visando sua replicação no território beneficiando aos agricultores familiares residentes em ambiente semiárido e incentivando a participação direta dos atores sociais no território do médio sertão sergipano.

O município apresenta um perfil voltado para a agropecuária, e tem vocação para as lavouras temporárias e pastagem, o levantamento e mapeamento do campo e o georeferenciamento da área foi fundamental para desenvolver as metodologias necessárias para realizar o diagnóstico das nascentes.

Dessa forma, nossa contribuição vai no sentido de relatar a experiência do projeto Água na primeira fase de execução no processo de seleção de 03 nascentes no município de Gararu/SE, especificamente nas comunidades da Barriguda, Sepetearaju e no assentamento Flor da Índia, onde nessa etapa nossas metas se constituíram em: 1- realizar o mapeamento e diagnósticos das condições ambientais das nascentes e 2- Levantar e sistematizar dados socioeconômicos e ambientais dos municípios.

Portanto, o objetivo principal é realizar o mapeamento e diagnóstico das nascentes e levantamento dos dados socioambientais e econômicos, para identificar possíveis ferramentas nas tecnologias sociais para a diminuição da desertificação, e assim fortalecer as atividades agrícolas através da recuperação e preservação das nascentes no bioma caatinga.

METODOLOGIA

O projeto Água está ancorado no suporte metodológico empírico-analítico, que tem como fundamento a observação e a análise de campo, baseado no estudo de caso e de área, Neste sentido, essa pesquisa está espacializada no município de Gararu/SE.

Procedimentos metodológicos:

Foram realizados procedimentos de reconhecimento, visitas de campo, registros fotográficos, mapeamento, geotecnologias (GPS,softwares,Qgis 2.18, App's de localização); e

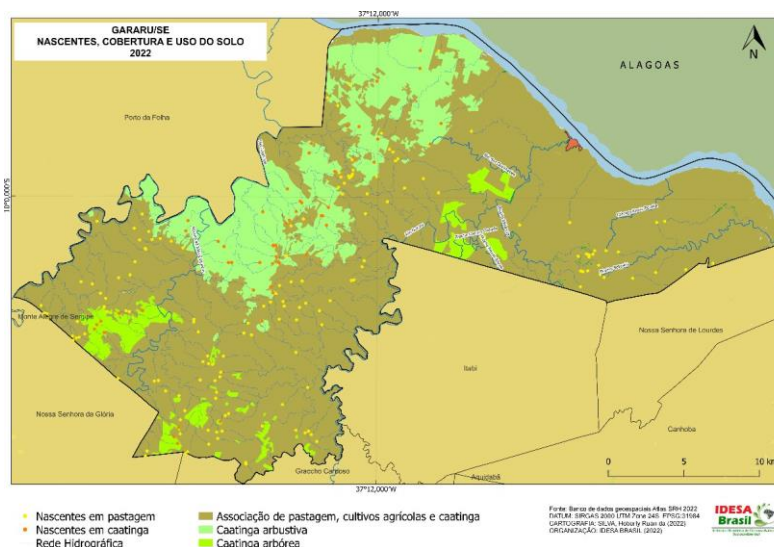
levantamento de informações técnicas referentes às nascentes e corpos hídricos dispostos no recorte espacial.

Caracterização da área de estudo

Gararu é um dos municípios que compõem o território do Alto Sertão Sergipano, O município está localizado no extremo norte do Estado de Sergipe, limitando-se a oeste com os municípios de Porto da Folha e Nossa Senhora da Glória, a sul com Graccho Cardoso, a leste com Itabi e Nossa Senhora de Lourdes e a norte com o Estado de Alagoas. De acordo com o último censo demográfico contava com uma população de 11.405 habitantes, tendo uma estimativa de chegar a 11.599 em 2021. A maior parte da sua população está na zona rural com um total de 8.573 habitantes.

O uso do solo nas unidades agrícolas, mais especificamente das comunidades de Flor da Índia, Barriguda e Sepetearaju localizadas neste município demonstraram esse perfil de associação de atividades agropecuárias na Caatinga, em todas as seis propriedades visitadas a pastagem e a lavoura temporária estão presentes, apesar dessa realidade os agricultores familiares mantêm as áreas de reserva legal com floresta preservada e os cultivos distantes das áreas de nascentes.

Mapa 01- Gararu/SE- Nascentes Cobertura e Uso do solo.



Fonte: IDESA/BRASIL

Nesta fase também foi realizado o levantamento documental acerca da questão ambiental das respectivas nascentes (SEMA, Ministério do Meio Ambiente, IBGE, IPEA, EMBRAPA, etc.).

Figura 01- Articulação da parceria do Projeto Água com as secretarias municipais de agricultura e meio ambiente de Gararu/SE.



Fonte: Visita de campo-IDESIA-BRASIL,2022

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta primeira etapa do projeto Água, identificou-se as áreas das nascentes e os trechos mais degradados; foram especificados quantas e quais foram as unidades produtivas rurais próximas a essas nascentes; foram elaborados mapas de uso do solo (distribuição hídrica, áreas florestadas, formas de ocupação humana, impactos socioambientais, etc.).

Figura 2 – Nascentes identificadas.



Fonte: Visita de campo – IDESA-BRASIL, 2022.

CONCLUSÕES

As análises desses indicadores da qualidade do ambiente das nascentes forneceram dados tanto das unidades agrícolas, como da realidade do agricultor familiar que busca

redobrar cuidados com bem mais significativo e limitante do semiárido e especificamente do alto-sertão sergipano: a Água. E é nessa intenção de se produzir água nesses ambientes hostis que se buscou entender e selecionar as nascentes que têm maior desempenho e potencial para produção de água durante a estação seca e períodos de estiagem.

Para isso, a leitura de campo técnica e de pesquisa foi fundamental para a compreensão tanto do papel dos agricultores familiares, quanto do alcance que o projeto Água pode estabelecer nessas áreas. A seleção das nascentes seguiu um padrão de estratégia, solução e manutenção dos beneficiários na Caatinga, através da limpeza e recuperação das nascentes.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Censos Municipais:** panorama do município de Gararu. Disponível em:

<<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/se/Gararu/panorama>>. Acesso em: 09/05/2022.

SERGIPE. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM). **Diagnóstico do Município de Gararu.** Disponível em:

<<https://rigeo.cprm.gov.br/jspui/bitstream/doc/5126/1/53%20-%2%2Gararu.pdf>>. Acesso em: 08/05/2022.

SERGIPE. Empresa de Desenvolvimento Agropecuário de Sergipe (EMDAGRO). **Dados municipais:** Gararu. Disponível em:

<<https://www.emdagro.se.gov.br/wp-content/uploads/2019/08/%C3%A7o-Gararu.pdf>>. Acesso em: 08/05/2022.

SERGIPE. Prefeitura Municipal de Gararu. **Plano Municipal de Saneamento Básico.** Disponível em:

<<https://www.acesounico.com.br/arquivos/28/f35f90c0ff8e4da644c08b683f503b9b.pdf>>. Acesso em: 08/05/2022.

Área: Gestão Integrada de Recursos Hídricos

PROJETO HIDROSINERGIA: POLÍTICAS PÚBLICAS INTERCONECTADAS PARA IMPULSIONAR UMA ECONOMIA INCLUSIVA E REGENERATIVA NA CAATINGA E BACIA DO SÃO FRANCISCO

Haroldo Oséias de Almeida¹; Sergio Luis de Carvalho Xavier²; Fabiana Couto³; Maria Luciana Nunes⁴

¹Licenciando em Geografia - UFAL, Projeto HidroSinergia - haroldo.almeida@gmail.com

²Jornalista e Coordenador do Projeto HidroSinergia - sergioxavier5@gmail.com

³Doutora em Clima e Meio Ambiente - INPA - couto.santos@gmail.com

⁴Jornalista e Comunicação do Projeto HidroSinergia - marialuciananunes@gmail.com

RESUMO:

O Projeto HidroSinergia busca impulsionar modelos econômicos regenerativos e inclusivos na Caatinga e na Bacia do Rio São Francisco, adotando uma abordagem holística e participativa. Além de mitigar problemas como desertificação e escassez hídrica, o projeto visa revitalizar ecossistemas degradados, impulsionar a economia local e melhorar a qualidade de vida das comunidades. Com foco na economia regenerativa, promove práticas sustentáveis, como agricultura familiar, ecoturismo, artesanato e economia circular, criando oportunidades econômicas alinhadas à conservação ambiental. A participação ativa de diversos atores, incluindo governos, academia, organizações não governamentais, entidades empresariais e comunidades locais, é fundamental para o sucesso do projeto. A participação ativa de diversos atores, incluindo governos, empresas e comunidades locais, é fundamental para o sucesso do projeto. Apesar dos desafios, como a sustentabilidade financeira e a capacitação das comunidades, o HidroSinergia representa uma esperança para um futuro mais sustentável e resiliente em regiões semiáridas. Sua abordagem integrada e seus objetivos ambiciosos destacam a importância de iniciativas colaborativas e inovadoras na busca por soluções para os complexos desafios socioambientais enfrentados nessas regiões.

Palavras-chave: “HidroSinergia”, “Pensamento Sistêmico”, “Caatinga”, “Rio São Francisco”, “Economia regenerativa”, “Participação comunitária”

INTRODUÇÃO

O Bioma Caatinga e a Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco são regiões de extrema importância no contexto ambiental brasileiro, porém enfrentam desafios significativos, como a desertificação e a escassez hídrica. Diante desse cenário preocupante, o Projeto HidroSinergia emerge como uma resposta inovadora e abrangente para promover o desenvolvimento sustentável nessas áreas. Por meio da adoção da economia regenerativa como uma abordagem central, o projeto busca não apenas mitigar os impactos ambientais, mas também impulsionar a recuperação e a resiliência dos ecossistemas degradados.

A proposta do HidroSinergia vai além da simples preservação ambiental, buscando

também promover a inclusão social e o desenvolvimento econômico das comunidades locais. Ao revitalizar os recursos naturais da Caatinga e do Rio São Francisco, o projeto visa fortalecer os meios de subsistência das populações que dependem diretamente desses recursos. A geração de renda verde, por exemplo, é uma das estratégias-chave adotadas pelo projeto para estimular uma economia local mais sustentável e resiliente.

Além disso, o HidroSinergia destaca-se pela sua abordagem holística e integrada, que envolve diversos setores da sociedade, incluindo governos, empresas, centros científicos, organizações não governamentais e comunidades locais. Essa colaboração multisetorial é fundamental para garantir o sucesso e a eficácia das ações implementadas, promovendo um verdadeiro engajamento e empoderamento das partes interessadas.

Diante dos desafios ambientais cada vez mais urgentes, o Projeto HidroSinergia surge como um modelo inspirador e replicável não apenas para a revitalização da Caatinga e do Rio São Francisco, mas também para outras regiões do Brasil e do mundo que enfrentam problemas semelhantes. Sua ênfase na economia regenerativa e na colaboração entre diferentes atores ressalta o potencial transformador de iniciativas integradas e sustentáveis para promover um desenvolvimento mais equitativo e ambientalmente consciente.

METODOLOGIA

O Projeto HidroSinergia adota uma abordagem holística e interdisciplinar para promover a revitalização da Caatinga e do Rio São Francisco por meio da economia regenerativa. Este ambicioso projeto é implementado em diversas comunidades-chave, incluindo Paulo Afonso - BA, Delmiro Gouveia - AL, Floresta - PE, Tacaratu - PE e Canindé de São Francisco - SE. Essas localidades desempenham um papel crucial no desenvolvimento e execução das estratégias propostas pelo projeto, que visam não apenas a conservação ambiental, mas também o desenvolvimento econômico e social dessas regiões semiáridas.

Figura 1: Eixos de Implementação do HidroSinergia



A metodologia do Projeto HidroSinergia é guiada pelos seguintes pilares que asseguram uma abordagem completa e colaborativa para promover a revitalização da Caatinga e do Rio São Francisco via economia regenerativa.

Abordagem Holística e Interdisciplinar: Reconhecimento da interdependência entre os aspectos sociais, ambientais e econômicos da região. Integração de conhecimentos de diversas áreas, como ecologia, economia, sociologia, engenharia e gestão. Fomento à colaboração entre diferentes atores, como governos, universidades, empresas, ONGs, comunidades locais e instituições de pesquisa.

Envolvimento de Diversos Atores: Participação ativa de todos os segmentos da sociedade na concepção e execução do projeto. Estímulo ao diálogo e à coesão social para o desenvolvimento de soluções conjuntas. Fortalecimento das capacidades locais e valorização do conhecimento tradicional.

Utilização de Ferramentas e Metodologias Participativas: Emprego de métodos que garantam a inclusão e o empoderamento das comunidades locais. Utilização de ferramentas digitais para facilitar a comunicação e o acesso à informação. Criação de espaços de diálogo e colaboração entre os diversos atores envolvidos.

Etapas do Projeto: Diagnóstico: Realização de uma análise detalhada dos desafios e oportunidades da região, com a participação ativa das comunidades locais. Planejamento: Elaboração de um plano estratégico com base no diagnóstico, estabelecendo metas, ações e indicadores de sucesso.

Implementação: Execução das ações delineadas no plano, com acompanhamento e monitoramento constantes. **Monitoramento e Avaliação:** Coleta de dados e análise dos resultados para avaliar o impacto do projeto e realizar ajustes quando necessário.

Governança Sistêmica: Estabelecimento de uma estrutura de governança participativa e transparente, envolvendo todos os atores relevantes. Definição de mecanismos de tomada de decisão consensual e inclusiva. Garantia da responsabilização e da sustentabilidade do projeto a longo prazo.

A metodologia do Projeto HidroSinergia destaca-se por sua flexibilidade e capacidade de adaptação às particularidades da região. Ao integrar diferentes ferramentas e abordagens, o projeto busca promover um desenvolvimento sustentável que seja inclusivo, resiliente e benéfico para todos os envolvidos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados esperados do Projeto HidroSinergia abrangem diversas áreas-chave visando promover o desenvolvimento sustentável e a melhoria da qualidade de vida nas regiões da Caatinga e do Rio São Francisco. Isso inclui aumento na produção agrícola, diversificação de culturas e práticas agroecológicas para geração de renda dos agricultores.

Prevê-se também o desenvolvimento de turismo sustentável, fortalecimento do artesanato local, iniciativas de reciclagem e recuperação da vegetação nativa, proteção da biodiversidade e conservação dos recursos hídricos. Medidas para garantir acesso à água potável, práticas agrícolas sustentáveis e adaptação às mudanças climáticas são planejadas, assim como acesso a serviços básicos como educação e saúde. Para alcançar esses resultados, a sustentabilidade financeira, parcerias com o setor privado e capacitação das comunidades são cruciais.

O sucesso do projeto depende da continuidade das ações, inovação e envolvimento de todos os stakeholders, com potencial para servir como modelo para iniciativas similares em outros biomas, contribuindo para um futuro mais sustentável e resiliente.

CONCLUSÕES

O Projeto HidroSinergia propõe uma abordagem inovadora para impulsionar o desenvolvimento sustentável na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco e no Bioma Caatinga, focando na economia regenerativa e na conciliação do fortalecimento econômico com a preservação ambiental e o bem-estar social. Por meio de políticas públicas integradas, busca promover uma governança participativa e sistêmica, envolvendo todos os setores da sociedade.

Destacam-se a bioeconomia, a economia circular e a adoção de práticas agroecológicas como elementos-chave, visando uma gestão sustentável dos recursos naturais.

O projeto também incentiva a geração de energia limpa e renovável. Ao valorizar os serviços ecossistêmicos, promove a preservação ambiental e a geração de renda para as comunidades locais, por meio de pagamentos por serviços ecossistêmicos. A implementação envolve a criação de laboratórios de economia regenerativa, a delimitação de Unidades Econômicas Naturais e o estabelecimento de Fundos e Créditos de Carbono Integral, fortalecendo a gestão integrada dos recursos naturais com a participação ativa das comunidades. Apesar dos desafios, representa um passo importante na busca por um desenvolvimento sustentável em regiões semiáridas, oferecendo lições valiosas para a replicação de iniciativas similares em outras partes do mundo.

REFERÊNCIAS

BALBINOT, R.; et al. O papel da floresta no ciclo hidrológico em bacias hidrográficas. *Ambiência - Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais*, v. 4, n. 1, Jan./Abr. 2008.

BRASIL. Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal

BRASIL. Lei Nº 13.153/2015. Institui a Política Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 31 jul. 2015.

BRASIL, Lei Nº 14.119/2021. Institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 14 jan. 2021.

HIDROSINERGIA. Site Oficial do Projeto HidroSinergia. Disponível em: <https://www.hidrosinergia.org/>. Acesso em: 10 mai. 2024.

Área: Gestão Integrada de Recursos Hídricos

PROTAGONIZANDO A GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS NA PARAÍBA: UMA QUESTÃO INTEGRADA E PARTICIPATIVA

André Francisco da Silva Souza (1); Wellington Antônio Barbosa (2)

(1) Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial – SENAI João Pessoa: andre.souza81@yahoo.com.

(2) Universidade Federal de Campina Grande – UFCG Campina Grande: wellington.ab@gmail.com.

RESUMO

O objetivo deste artigo é refletir sobre a área de Gestão de Recursos hídricos no Estado da Paraíba em seu contexto teórico-metodológico, visto que o protagonismo do tripé: AESA (Agência Executiva de Gestão das Águas), Conselho Estadual de Recursos hídricos e Comitê de bacias com suas funcionalidades específicas geram uma confluência de interesses ao bem comum relação a aplicabilidade da lei 6.308/96 a fim de minimizar os conflitos gerados devido a escassez hídrica no Estado da Paraíba. Em termos metodológicos, a pesquisa é exploratória e bibliográfica com análise documental. Ao final, a expectativa com este texto é provocar mais diálogos entre a gestão integrada e participativa da AESA, Conselho e Comitê a fim de descortinar uma atualização racional dos recursos hídricos para as futuras gerações.

Palavras-Chave: Recursos Hídricos; Gestão de Recursos Hídricos; Gestão Descentralizada; Legislação de Recursos Hídricos.

INTRODUÇÃO

Na atualidade do contexto do Nordeste brasileiro, é fácil perceber quadros de desequilíbrios com consequências negativas para a composição de ecossistemas e com reflexos diretos no conflito relativo a gestão de recursos hídricos.

Neste sentido, LIRA (2013), indica que a gestão de recursos hídricos com vista a sustentabilidade busca implementar um conjunto de ações destinadas a regular o uso, o controle e a proteção dos recursos hídricos, em conformidade com a legislação. Para isso, os protagonistas na gestão de recursos hídricos são: AESA, Conselho Estadual de Recursos Hídricos e Comitê de Bacias Hidrográficas da Paraíba.

No Estado da Paraíba, a criação e a instituição da Política Estadual de Recursos Hídricos é regida pela Lei Estadual N.º 6.308/96 e alterações posteriores. Segundo SILVA (2018), o Estado possui quatro comitês de bacias hidrográficas, sendo um deles interestadual, e todos e todos atuando baseados na gestão participativa e descentralizada dos recursos hídricos.

Sendo assim, o objetivo geral deste trabalho é apresentar esses três atores com suas funcionalidades e especificidades. Além disso, os objetivos específicos estão voltados a realizar

uma leitura crítica da Lei N.º 6.308, DE 02 DE JULHO DE 1996, a qual institui a Política Estadual de Recursos Hídricos no Estado da Paraíba e indicar modelos de instrumentos de gestão de Recursos hídricos a fim de resolver ou atenuar os conflitos existentes entre os usuários assegurando, assim, as bases para um desenvolvimento sustentável.

Em relação aos Comitês de Bacias Hidrográficas (CBH's), é preciso compreender que existe uma diversidade de conhecimentos, opiniões e valores envolvidos dos atores sociais conforme MAGALHÃES JUNIOR (2010), que leva a um contínuo processo de evolução baseado na diferenciação de estrutura, mas, ao mesmo tempo, na integração das funções.

A AESA e o Conselho Estadual de Recursos Hídricos são instâncias de diálogo entre organização estatal e a participação popular, a partir do controle social no ambiente do Conselho.

Esse tripé de protagonistas nem sempre é confortável, conflitos são evidenciados, dificuldades encontradas e por vezes, a gestão descentralizada e participativa traz alguns insights de que é possível a efetivação dos princípios previstos na Lei 6.308/96.

Portanto, observa-se nos resultados iniciais deste trabalho que uma integração dos atores sociais, a utilização dos instrumentos de gestão e o modelo diversificado de indicadores podem abrir caminhos e enriquecer dispositivos previstos no Código de Águas no Brasil.

METODOLOGIA

A metodologia para atender os objetivos da pesquisa em andamento foi do tipo exploratória descritiva, com abordagem analítica qualitativa e análise documental dos aspectos relevantes da LEI N.º 6.308, DE 02 DE JULHO DE 1996, a qual institui a Política Estadual de Recursos Hídricos no Estado da Paraíba. Os documentos oficiais procuram definir, com clareza, a repartição do tripé dos atos sociais e a efetivação dos Planos Estaduais de Recursos Hídricos, a partir do espaço nacional, com o Plano Nacional de Recursos Hídricos.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O Brasil foi sempre considerado um país rico em recursos hídricos, a mudança dos índices demográficos, nos últimos trinta anos, junto ao tipo de crescimento econômico, gerou crescente pressão sobre os recursos hídricos, causando situações de escassez e de conflitos visto que a gestão compartilhada, depende do grau de mobilização da sociedade civil na sua área de abrangência.

Os conflitos pelo uso da água têm impulsionado a criação e o amadurecimento de Comitês de Bacias e que o uso racional da água é prioritário. Sendo assim, é importante apresentar esse tripé dos protagonistas de atores sociais e suas funcionalidades.

Aesa

A Lei 7.779/05, que cria a AESA, define o órgão gestor de recursos hídricos do Estado da Paraíba como uma agência de governo, diferentemente da Agência Nacional de Águas que está nos moldes de agência reguladora (BARBOSA, 2006; VIEIRA, 2008). A função regulatória é uma atividade essencial e inalienável do Estado, partindo assim, da criação de uma agência regulatória, o instituto de descentralização do serviço público, especializando e tornando mais eficiente essa função.

Um problema que precisa ser indicado aqui é que a AESA é constituída por técnicos ocupantes de cargos comissionados e que, na maioria das vezes, não tem qualificação técnica necessária para assumir as atribuições de coletar, organizar, criticar e difundir base de dados e gerenciar os Recursos hídricos do Estado. O que gera conflitos extremamente importante para se estabelecer, conforme LIRA (2013), um sistema de vigilância sobre os níveis de qualidade da água dos mananciais.

Conselho estadual de recursos hídricos

Compete ao Conselho Estadual de Recursos Hídricos, dentro do artigo 10, da Lei 6308/96 que a participação da sociedade civil se dará a partir de controle social para analisar os seguintes indicadores, conforme a lei:

- I – analisar e aprovar a Política Estadual de Recursos Hídricos e acompanhar a sua execução;
- II – analisar propostas de alteração da legislação pertinente a recursos hídricos e à Política Estadual de Recursos Hídricos;
- III – aprovar o Plano Estadual de Recursos Hídricos, acompanhar a sua execução e determinar as providências necessárias ao cumprimento de suas metas;
- IV – definir as prioridades de investimento de recursos financeiros relacionados com o Plano Estadual de Recursos Hídricos;
- V – aprovar o relatório anual sobre a situação dos recursos hídricos do Estado da Paraíba;
- VI – aprovar o enquadramento de corpos de água em classes de uso preponderante, com base nas propostas dos órgãos e entidades que compõem o Sistema Integrado de Planejamento e

Gerenciamento de Recursos Hídricos;

VII – formular programas anuais e plurianuais de aplicação de recursos do Fundo Estadual dos Recursos Hídricos – FERH;

VIII – estabelecer diretrizes complementares para implementação da Política Estadual de Recursos Hídricos, aplicação de seus instrumentos e atuação do Sistema Integrado de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos;

IX – estabelecer os critérios gerais para a outorga de direitos de uso de recursos hídricos e para a cobrança por seu uso e definir os valores a serem cobrados;

X – deliberar sobre as acumulações, derivações, captações e lançamentos de pouca expressão, para efeito de isenção da obrigatoriedade de outorga de direitos de uso de recursos hídricos, com base nas propostas apresentadas pelos Comitês de Bacia Hidrográfica;

XI – estabelecer critérios e promover o rateio de custo das obras de uso múltiplo, de interesse comum ou coletivo;

XII – aprovar propostas de instituição dos Comitês de Bacia Hidrográfica e estabelecer critérios gerais para a elaboração de seus regimentos;

XIII – arbitrar, em segunda instância administrativa, os conflitos relacionados aos recursos hídricos;

XIV – deliberar sobre as questões que lhe tenham sido encaminhadas pelos Comitês de Bacia Hidrográfica;

XV – arbitrar os conflitos existentes entre Comitês de Bacia Hidrográfica;

XVI – instituir Câmaras Técnicas;

XVII – elaborar e submeter à aprovação do Governador do Estado o seu regimento interno;

XVIII – colaborar com o Governo do Estado na celebração de convênios e acordos com entidades nacionais e internacionais para o desenvolvimento do setor de recursos hídricos;

XIX – exercer as competências de comitê de bacia hidrográfica, nas bacias de rios estaduais enquanto estes não forem instituídos;

XX – estabelecer os mecanismos e regulamentos de ré-uso de águas servidas e de dessalinização de água salobra no âmbito do Estado da Paraíba;

XXI – incentivar e subsidiar todas as formas de acumulação de recursos hídricos destinado à produção de alimentos e à produção agroindustrial de bioenergia, respeitando as necessidades e as limitações dos setores produtivos e da agroindústria, de forma a garantir a sustentabilidade econômica. (Subseção criada pelo Art. 2º da Lei nº 8.446/2007).

Comitê da bacia hidrográfica (CBH-PB)

Com a criação da Lei Federal no 9.433 de 08 de janeiro de 1997, a qual instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, o Brasil passou a adotar uma gestão participativa e descentralizada, alcançando progressos notáveis na gestão dos recursos hídricos do País.

Logo, foi instituído pelo Decreto 27.560/06 e instalado em 18/06/2007, é um importante marco na história da gestão hídrica do Estado. Mediante esse Decreto, o CBH-PB deve ser composto por sessenta (60) membros titulares (e respectivos suplentes), representantes de pessoas jurídicas de direito público e privado.

Nesse sentido foram criados os comitês de bacias hidrográficas, tendo como função principal o gerenciamento dos recursos hídricos das bacias hidrográficas buscando promover e intermediar debates entre os setores com o objetivo de amenizar os conflitos gerados em torno do uso das águas de suas bacias hidrográficas.

Modelos de instrumentos de gestão de recursos hídricos

A análise de conflitos institucionais (legais, políticos e organizacionais) na estrutura institucional de recursos hídricos do Estado da Paraíba e no tripé desses protagonistas que abordamos anteriormente, apesar da Paraíba ter sido um dos pioneiros na edição de sua Política Estadual de Recursos Hídricos (Lei 6.308/96), verificam-se, ainda, conforme RIBEIRO (2012), algumas inadequações em relação à Lei 9.433/97, a qual atua como norma nacional e que se refletem sobre o modelo de gestão descentralizada, o sistema de gerenciamento participativo e a aplicação dos instrumentos de gestão.

Os modelos de instrumentos de gestão de Recursos hídricos aparecem a fim de resolver ou atenuar os conflitos existentes entre os usuários assegurando, assim, as bases para um desenvolvimento sustentável. As bases do modelo são: os planos de recursos hídricos, o enquadramento dos corpos de água em classes de usos preponderantes, a outorga de Direito de Uso dos Recursos Hídricos, a cobrança pelo uso da água e o sistema nacional de informações sobre os recursos hídricos, com os Conselhos e os Comitês de bacias.

Conforme LIRA (2013), assegurar o princípio básico da gestão integrada, descentralizada e participativa é contar com Comitês de bacias que planejam e gerenciam de forma efetiva todos os instrumentos de gestão previstos na Lei das Águas. O conflito se dá por conta da efetivação da participação desses grandes protagonistas: os usuários, o poder público e a sociedade civil.

CONCLUSÃO

Não é possível fazer considerações finais, muito menos, conclusões quando o assunto necessita ser debatido cotidianamente, quer seja entre os atores sociais, a sociedade civil e a comunidade acadêmica. É uma questão de sobrevivência humanitária, na qual, temos alguns protagonistas dentro do processo histórico conforme foi mencionado.

Considera-se que os recursos hídricos, além de atender às necessidades humanas, também atendem aos interesses do desenvolvimento os quais eram considerados um bem infinito. No entanto, observa-se na legislação que é importante o protagonismo do tripé: comitê de bacias hídricas, AESA e Conselho Estadual de Recursos Hídricos, ou seja, atores sociais e políticos que realizam programas e iniciativas integrativas para que a LEI N.º 6.308, de 02 DE JULHO DE 1996, a qual institui a Política Estadual de Recursos Hídricos no Estado da Paraíba seja plenamente efetivada.

No entanto, observa-se que existem algumas inconsistências nos modelos de indicadores o que dificulta a reaplicação nas mais diferentes regiões do Estado, outro ponto crucial é que os modelos só apresentam uma lista de indicadores, porém não descreve seus objetivos e as formas de aplicação de maneira objetiva e metodológica.

Por fim, a problemática atual dos recursos hídricos existe do campo científico uma evolução de pesquisas e modelos de indicadores de sustentabilidade para gestão de recursos hídricos, na perspectiva de aprimoração dos modelos existentes, e até mesmo elaboração de novos modelos mais consistentes e assertivos na gestão de Recursos hídricos.

Os conflitos identificados e preliminarmente analisados permitem verificar que, apesar de avanços ocorridos nos últimos anos, a gestão de recursos hídricos ainda tem desafios a superar, no âmbito do Estado da Paraíba

REFERÊNCIAS

- BARBOSA, E. M. Gestão de recursos hídricos da Paraíba: uma análise jurídico-institucional. 2006. 226 f. **Tese de Doutorado** - Universidade Federal Campina Grande, Campina Grande, 2006.
- INSTITUTOBRASILEIRO DE GEOGRAFIAE ESTATÍSTICA. Censo Brasileiro de 2022. Rio de Janeiro: IBGE, 2022.
- LEI estadual N.º 6.308, DE 02 DE JULHO DE 1996 Institui a Política Estadual de Recursos Hídricos, suas diretrizes e dá outras providências.
- Lei estadual nº. 8.446, DE 28 DE DEZEMBRO DE 2007 (Publicado no Diário Oficial de 29 de dezembro de 2007) Dá nova redação e acrescenta dispositivos à Lei nº. 6.308, de 02 de julho de 1996, que institui a Política Estadual de Recursos Hídricos, e determina outras providências.

LIRA, Waleska Silveira (ORGS). **Gestão sustentável dos recursos naturais: uma abordagem participativa**. EDUEPB: Campina Grande, 2013.

MAGALHÃES JUNIOR, A.P. **Indicadores Ambientais e Recursos Hídricos: Realidade e Perspectivas para o Brasil a partir da Experiência Francesa**, 2.ed., Editora Bertrand Brasil, 2010.

NARZETTI, Daniel Antonio. **Novo Marco Regulatório do Saneamento Básico**. ENAP: Brasília, 2021.

RIBEIRO, Daniel. Conflitos Institucionais na Gestão dos Recursos Hídricos do Estado da Paraíba.

RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos Volume 17 n.4 - Out/Dez 2012, 259-271.

SILVA, Luciana Trajano. Análise de conteúdo sobre os instrumentos de gestão de recursos hídricos no comitê das bacias hidrográficas do litoral sul do estado da paraíba, **Trabalho de Conclusão de Curso - TCC**, Curso de graduação de Tecnologia em Gestão Ambiental. 2018.

VIEIRA, Zedna Mara. Metodologia de análise de conflitos na implantação de medidas de gestão de demanda de água. 2008 371 f. **Tese (Doutorado)** – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2008.

Área: Segurança Hídrica e Abastecimento de Água

REGIONALIZAÇÃO DE PREVISÕES CLIMÁTICAS MENSAS EM APOIO AOS ÓRGÃOS DE METEOROLOGIA DO NORDESTE BRASILEIRO

Fabrizio Daniel dos Santos Silva¹; Mário Henrique Guilherme dos Santos Vanderlei¹; Nathália Bissaque Pessotta¹; Rafaela Lisboa Costa¹; Helber Barros Gomes¹; Maria Cristina Lemos da Silva;

¹Instituto de Ciências Atmosféricas, Universidade Federal de Alagoas, Av. Lourival Melo Mota, S/N, Tabuleiro do Martins, Maceió - AL, Cep: 57072-970, fabrizio.santos@icat.ufal.br, mario.vanderlei@icat.ufal.br, nathaliabissaquelp@gmail.com, rafaela.costa@icat.ufal.br, helber.gomes@icat.ufal.br, cristina.lemos@icat.ufal.br.
E-mail do autor correspondente: fabrizio.santos@icat.ufal.br

RESUMO: O objetivo deste trabalho é a demonstração da eficiência de um sistema de previsão climática operacional para a precipitação na região Nordeste do Brasil, a partir de uma técnica avançada de regionalização estatística aplicada a saídas brutas de modelos climáticos numéricos de natureza dinâmica do NMME (North-American Multi-Model Ensemble). Os modelos climáticos do NMME representam o estado da arte atual na evolução de sistemas de previsão do clima. No entanto, as previsões dos modelos que compõem esses sistemas precisam ser ajustadas regionalmente, devido à sua escala global. Aplicou-se a técnica de Regressão por Componentes Principais (RCP) para o pós-processamento e respectiva regionalização de tais previsões para o NEB, calibrando e validando os resultados desses modelos para as condições climáticas do NEB, diminuindo consideravelmente os vieses sistemáticos das previsões originais dos modelos, aumentando a destreza das previsões. Os resultados desse trabalho operacional são levados mensalmente as reuniões climáticas do NEB, como uma ferramenta auxiliar para a geração da previsão climática consensual gerada por técnicos de todos os centros estaduais de Meteorologia. Além de um importante resultado em si, as previsões regionalizadas podem atender aplicações específicas em importantes áreas de diferentes setores socioeconômicos: agricultura, gestão de recursos hídricos e energia.

Palavras-chave: Precipitação acumulada; Previsão; Clima; Regressão por componentes principais; Aplicações.

INTRODUÇÃO

Segundo a Organização Meteorológica Mundial (OMM), o desenvolvimento de previsões sazonais e a infraestrutura associada preenche a necessidade do usuário de informações preditivas sobre escalas de tempo sazonais que podem ser usadas para fins de tomada de decisão. No entanto, previsões mais precisas de precipitação acumulada para os próximos três meses representam um desafio para os principais centros que desenvolvem previsões climáticas globais. Os benefícios de previsões mais confiáveis são estratégicos para os setores de recursos hídricos, bem como para a tomada de decisão dos gestores de emergência no planejamento e mitigação dos impactos de secas e enchentes, por exemplo. A incerteza da previsão climática leva a uma cadeia de incertezas em relação a produtos específicos que a

utilizam como principal entrada, como os relativos à modelagem hidrológica e à previsão de safras (CLARK e SLATER, 2006; KAVETSKI et al., 2006; ESQUIVEL et al., 2018).

Nesse sentido, iniciativas de agregação de modelos, como do NMME, constituem os mais recentes avanços na tentativa de melhorar cada vez mais a confiabilidade das previsões, bem como seu horizonte de previsibilidade (previsões para mais de três meses/trimestres à frente) e resolução temporal (previsões sazonais para intra-sazonais). Mesmo com avanços notáveis nessas duas direções, ainda existem várias incertezas nos resultados de previsão (MA et al., 2014; NAJAFI e MORADKHANI, 2015; AHMADALIPOUR et al., 2017) que dão espaço para o desenvolvimento/aplicação de técnicas de pós-processamento que permitem aumentar a confiabilidade dessas previsões (BARNSTON e TIPPET, 2017).

O objetivo geral desse trabalho é demonstrar a utilização operacional dos recursos do NMME para fornecer previsões climáticas regionalizadas e atualizadas com frequência mensal para todo o Brasil, com um horizonte de previsão de até 3 meses/trimestre à frente. Essas previsões, apesar de feitas para todo o País, tem enfoque para a precipitação do NEB, constituindo um dos produtos atuais disponíveis em reuniões de especialistas em clima da região para geração de relatórios de previsão climática.

METODOLOGIA

O NMME é uma colaboração entre centros norte-americanos que desenvolvem modelos climáticos. Seus dados tornaram-se publicamente disponíveis a partir da segunda fase do projeto em 2011 (KIRTMAN et al., 2014). Os modelos envolvidos são CFSv2 (NOAA NCEP Climate Forecast System versão 2), NASA (Goddard Space Flight Center: GSFC e GEOS5), NCAR-CCSM4 (NCAR/Universidade de Miami CCSM4.0), GFDL e GFDL_FLOR (versões do modelo CM2.1 e CM2.5) e duas versões do modelo canadense (CMC3 e CMC4).

São disponibilizados 30 anos de previsões retrógradas (*hindcast*) de cada modelo e da média desse conjunto, que é o próprio NMME, de 1991 a 2020 em uma grade regular de 1° X 1° de resolução espacial latitude/longitude, e previsões atualizadas mensais de todos os modelos e do conjunto.

Em seguida os *hindcasts* podem ser confrontados com as observações do período 1991-2020 e calibradas usando-se a RCP, que é uma técnica estatística para análise de regressão usada para reduzir a dimensão do conjunto de dados, reduzindo os pontos envolvidos na previsão em um conjunto menor, que podem ser combinados linearmente capturando a maior variância dos dados e então ser utilizadas em um modelo de regressão, em vez das variáveis originais.

A precipitação acumulada observada é proveniente de estações do INMET (Figura 1a) e da base de dados gradeada de Xavier et al (2022), que permitiu extrair séries temporais de precipitação acumulada para cada um dos 1794 municípios do NEB (Figura 1b), enquanto a grade do NMME sobre o NEB é mostrada na Figura 1c.

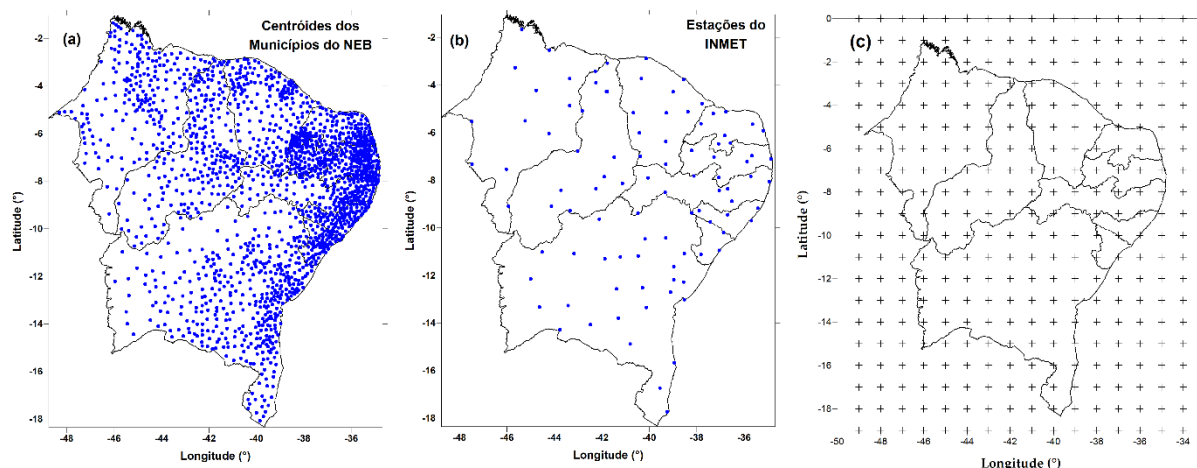


Figura 1. (a) Centróides dos municípios do NEB, (b) Distribuição geográfica das 96 estações meteorológicas convencionais nos estados do NEB e (c) pontos de grade do NMME sobre o NEB.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para demonstrar a necessidade de regionalizar as previsões oriundas dos modelos do NMME, na Figura 2 apresenta-se a climatologia dos modelos para o mês de abril inicializadas três meses antes, em janeiro, no período 1991-2020 para os modelos CFSv2, GFDL e do próprio NMME, com a resolução de grade original de $1^\circ \times 1^\circ$, comparando-se as observações nessa mesma resolução espacial e respectivas diferenças. Nota-se, para cada modelo, vieses sistemáticos de super e subestimativa da precipitação média acumulada observada, muitas vezes com valores significativos que facilmente ultrapassam os 100 mm para mais ou para menos.

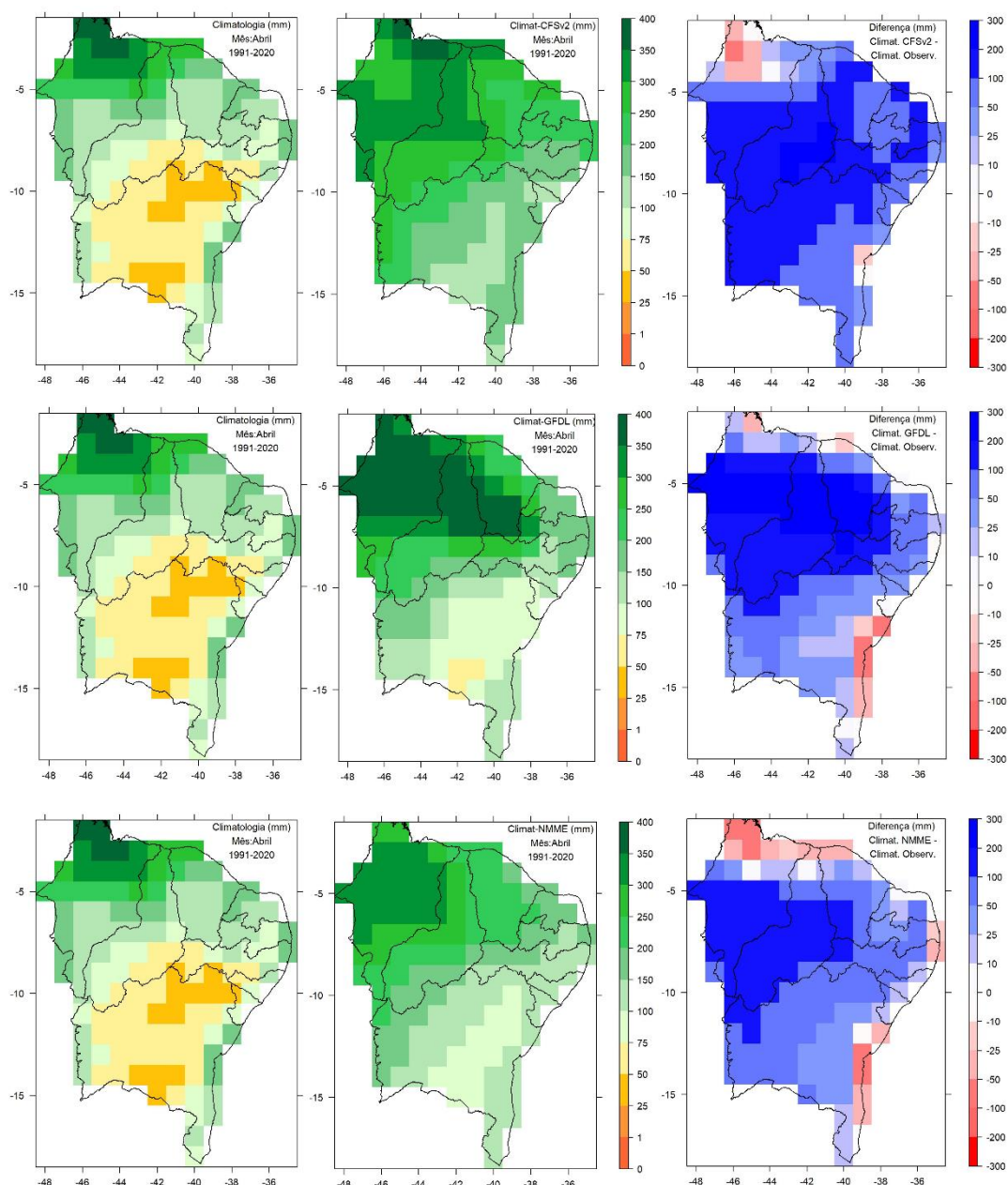


Figura 2. Painel de comparação entre a climatologia observada e dos modelos do NMME para o mês de abril inicializado em janeiro, relativo ao período 1991-2020.

A Figura 3 mostra os resultados após a calibração dos modelos, para um mês de previsão operacional. Esses resultados foram apresentados na reunião climática de dezembro de 2023 para o primeiro trimestre de 2024, o trimestre Janeiro-Fevereiro-Março/2024. Os quatro produtos principais da previsão para a reunião climática são o mapa de correlações entre previsões e observações histórico, o mapa de valores totais previstos de chuva para o trimestre, o respectivo mapa dos desvios entre o total previsto e a média climatológica do período e a previsão em termos probabilísticos.

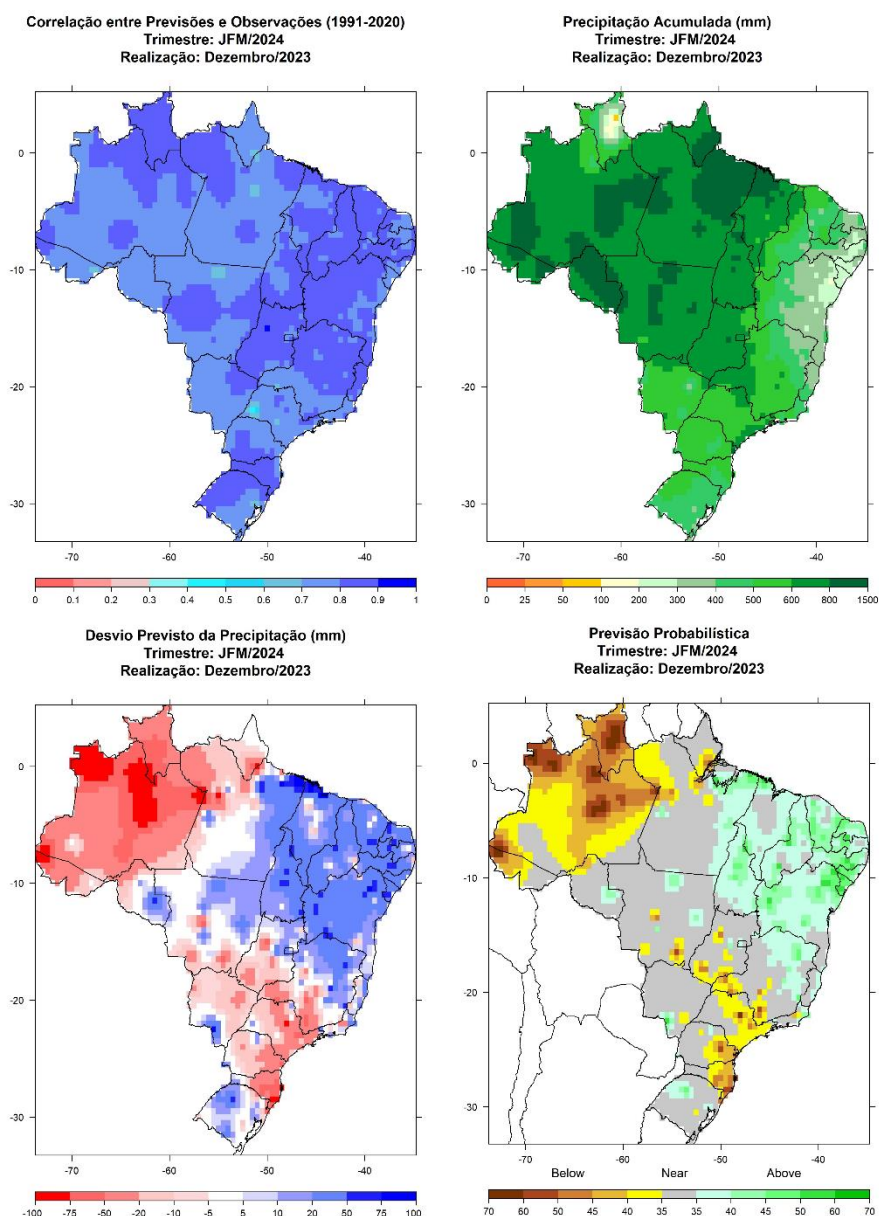


Figura 3. Painel contendo os principais mapas disponibilizados nas reuniões climáticas: no painel superior, correlação histórica e mapa da precipitação acumulada prevista, e no painel inferior os mapas do desvio previsto e da previsão em tercís probabilísticos. Nesse caso, para a previsão do trimestre JFM/2024.

CONCLUSÕES

Neste estudo, mostrou-se o desenvolvimento de uma metodologia para calibrar e regionalizar previsões de modelos dinâmicos do NMME para o NEB, utilizando-se como exemplo resultados relativos ao trimestre Janeiro-Fevereiro-Março de 2024. Demonstrou-se ainda o porquê dessa necessidade, evidenciando-se os vieses climatológicos dos modelos em relação as observações e justificando assim a importância de aplicar-se metodologias que proporcionem uma melhoria das previsões de modelos dinâmicos, tão importantes para um melhor gerenciamento, por exemplo, dos recursos hídricos no NEB.

REFERÊNCIAS

Clark, M.P.; Slater, A.G. Probabilistic quantitative precipitation estimation in complex terrain. *Journal of Hydrometeorology*, v. 7, n. 1, p. 3-22, 2006.

Kavetski, D.; Kuczera, G.; Franks, S.W. Bayesian analysis of input uncertainty in hydrological modeling: 2. Application. *Water resources research*, v. 42, n. 3, 2006.

Esquivel, A.; Llanos-Herrera, L.; Agudelo, D.; Prager, S.D.; Fernandes, K.; Rojas, A.; Valencia, J.J.; Ramirez-Villegas, J. Predictability of seasonal precipitation across major crop growing areas in Colombia. *Climate Services*, v. 12, p. 36-47, 2018.

Ma, H.-Y.; Xie, S.; Klein, S.; Williams, K.; Boyle, J.; Bony, S.; Douville, H.; Fermepin, S.; Medeiros, B.; Tyteca, S.; Watanabe, M.; Williamson, D. On the Correspondence between Mean Forecast Errors and Climate Errors in CMIP5 Models. *Journal of Climate*, v. 27, p. 1781–1798, 2014.

Najafi, M.R.; Moradkhani, H. Hamid. Multi-model ensemble analysis of runoff extremes for climate change impact assessments. *Journal of Hydrology*, v. 525, p. 352-361, 2015.

Ahmadalipour, A.; Rana, A.; Moradkhani, H.; Sharma, A. Multi-criteria evaluation of CMIP5 GCMs for climate change impact analysis. *Theoretical and Applied Climatology*, v. 128, n. 1, p. 71-87, 2017.

Barnston, A.G.; Tippett, M.K. Do statistical pattern corrections improve seasonal climate predictions in the North American Multimodel Ensemble models. *Journal of Climate*, v. 30, n. 20, p. 8335-8355, 2017.

Kirtman, B.P.; Min, D.; Infanti, J.M.; Kinter, J.L.; Paolino, D.A.; Zhang, Q.; Wood, E.F. The North American multimodel ensemble: phase-1 seasonal-to-interannual prediction; phase-2 toward developing intraseasonal prediction. *Bulletin of the American Meteorological Society*, v. 95, n. 4, p. 585-601, 2014.

Xavier, A. C.; Scanlon, B. R.; King, C. W.; Alves, A. I. New improved Brazilian daily weather gridded data (1961–2020). *International Journal of Climatology*, v. 42, n. 16, p. 8390-8404, 2022.

Área: Educação Ambiental e Conscientização Pública.

RELATO DO PROGRAMA “DESO VAI À ESCOLA” A PARTIR DA ANÁLISE SWOT

Autores(as): Valéria Katherine Santos Souza ¹ Vitória Beatriz Araújo Almeida ²

Sildeni Santos Azevedo ³.

¹ Supervisora de Educação Ambiental da Companhia de Saneamento de Sergipe DESO, graduada em Ambiental pela Universidade Norte do Paraná (UNOPAR). e-mail: val_kathe@hotmail.com.

² Estagiária do Curso de Saneamento Ambiental do Instituto Federal de Sergipe, integrante da coordenação de Educação Ambiental da Companhia de Saneamento de Sergipe DESO, e-mail: vitoria.almeida121@academico.ifs.edu.br.

³ Estagiária do Curso de Pedagogia da Universidade Federal de Sergipe, integrante da coordenação de Educação Ambiental da Companhia de Saneamento de Sergipe DESO, e-mail: sildenisantosaazevedo@hotmail.com.

RESUMO: O artigo apresenta a implementação da educação ambiental gerida pela Companhia de Saneamento de Sergipe DESO através da Gerência Socioambiental (GESA), que objetiva levar a compreensão e conscientização em relação ao saneamento básico e questões ambientais as instituições de ensino através de programas educativos. Dentre as diversidades de programas existentes na Companhia destaca-se o “DESO Vai à Escola”, que dispõe de metodologias e abordagens específicas com o objetivo de garantir que o nosso público alvo possua entendimento e compreensão quanto ao assunto do Ciclo do Saneamento fortalecendo a consciência da importância da água. O artigo por sua vez, também faz referência ao impacto dessas iniciativas de sensibilização nos hábitos dos alunos no que diz respeito ao meio ambiente, além de oferecer orientações para fortalecer e expandir essas atividades no futuro. Adicionar a aplicação da análise SWOT permitiu a equipe ter uma visão geral externa e interna apresentando pontos a serem discutidos em decorrência de análises feitas por meio de questionários de avaliação fazendo um comparativo dos anos de 2022 e 2023 levando em consideração melhorias e aperfeiçoamento tanto da entrega de materiais quanto da abordagem de todos os profissionais presentes em cada ação.

Palavras-chave: Educação ambiental; Compreensão; Saneamento; Análise SWOT.

INTRODUÇÃO

A educação ambiental desempenha um papel fundamental na formação de cidadãos conscientes e responsáveis em relação ao meio ambiente. Ela visa promover uma consciência coletiva sobre a importância da preservação do meio ambiente, incentivando práticas sustentáveis, redução do desperdício, conservação da biodiversidade e mitigação das mudanças climáticas. Com essa premissa a Companhia de Saneamento de Sergipe DESO, a qual já trabalha há 40 anos com esse tipo de abordagem, leva para diversas escolas do Estado de Sergipe, de forma didática e lúdica, a importância e contribuição do saneamento para a saúde e sustentabilidade (DESO, 2023).

A Companhia de Saneamento de Sergipe DESO, é responsável por estudos, projetos e execução de serviços de saneamento básico, com foco na coleta, tratamento e abastecimento de água, além da coleta e tratamento de esgoto. A instituição, através da Coordenação de Educação Ambiental (CEAM), institui ações de Educação Ambiental por meio de programas e projetos

que tem o objetivo principal de sensibilizar a população atendida pela DESO a respeito do uso consciente da água e a preservação do Meio Ambiente, dentre os diversos programas, destaca-se o DESO Vai à Escola (DESO, 2022).

O presente estudo tem como objetivo realizar a análise SWOT no programa DESO Vai à Escola, possibilitando aos idealizadores uma visão de forma clara e objetiva evidenciando as suas forças, fraquezas, oportunidades e ameaças presentes nele como um todo.

METODOLOGIA

A análise SWOT é uma ferramenta utilizada em empresas para avaliar os possíveis cenários antes de tirar os projetos do papel possibilitando uma chance maior de sucesso na hora da execução. Contudo, SWOT é a sigla em inglês para Forças (*Strengths*), Oportunidades (*Opportunities*), Fraquezas (*Weaknesses*) e Ameaças (*Threats*).

Para discorrer a análise SWOT no programa DESO Vai à Escola, o trabalho foi desenvolvido em torno das especificidades citadas, abordando todos os pontos fortes que o programa tem a oferecer, assim como os pontos fracos que podem ser enriquecidos conforme a proporção que o programa irá tomar ao distribuir de forma estratégica assuntos como o dos cuidados com o tratamento da água, e do esgoto, além da importância do saneamento básico na vida de todos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através da compilação expostas pelos autores, tais como o quantitativo de ações realizadas e participantes atendidos, foi executado um levantamento minucioso utilizando o modelo SWOT e obtido os dados por meio de relatórios, listas de frequência e avaliação de cada instituição que solicitou o programa.

No ano de 2023 evidenciou-se a preocupação por parte das instituições em decorrência da conscientização sobre a crise hídrica mundial e o estabelecimento de ações conjuntas para alcançar o Objetivo do Desenvolvimento Sustentável (ODS) 6 da Agenda 2030 (Instituto Água e Saneamento, 2023). Em face desse cenário mais agendamentos foram realizados para que por meio do programa fizéssemos uma explanação sobre a conscientização do desperdício da água, além de outros cuidados relacionados ao meio ambiente. Seguindo os indicadores da análise SWOT, as matrizes observadas deram-se a partir de um questionário avaliativo buscando entender a opinião pessoal do público alvo possibilitando os mesmos a sugerir melhorias para o programa DESO Vai à Escola.

Dada a diversidade de idades envolvida, o programa oferece palestras adaptadas para

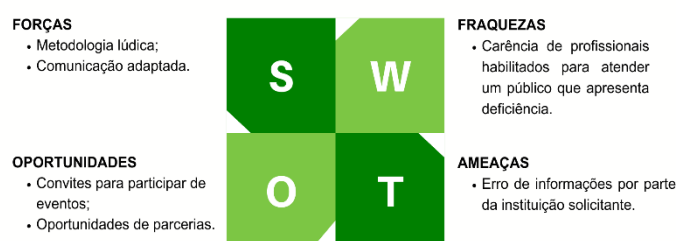
alunos do ensino fundamental maior, médio e superior. Estas palestras utilizam maquetes para exemplificar o ciclo completo de tratamento da água e o tratamento do esgoto, desde a captação até o retorno ao meio ambiente. No que refere-se aos discentes do ensino fundamental menor, foi desenvolvida uma contação de história interativa intitulada "Chico e o Pingo de Água Perdido", pela equipe de trabalho, permitindo uma participação ativa dos estudantes. Além disso, como complemento ao processo de sensibilização conduzido pelos palestrantes, as séries iniciais recebem desenhos para colorir com a temática da educação ambiental como forma de fixação. Por fim, o programa disponibiliza revistas da Turma da Mônica, com o tema: Uso Racional da Água e Saneamento Básico, folhetos de informações sobre esgotamento sanitário e economia de água, distribuídos aos alunos equivalente à sua faixa etária. Esses materiais complementares são utilizados como recursos adicionais para reforçar os conceitos abordados durante as atividades educativas.

Assim como foi abordada a força, a fraqueza é igualmente analisada de forma crucial, com o intuito de identificar pontos que necessitam de melhorias, sendo destacado a carência de profissionais para atender um público que apresente particularidades atípicas. É de total consciência após vivenciar experiências com o público em questão que ter uma equipe que entenda sobre essas abordagens seja de extrema importância para uma aprimoração nas visitas. As oportunidades que surgiram por meio do programa DESO Vai à Escola significaram muito para toda a equipe de trabalho, através de avaliações realizadas nas atividades conseguimos mensurar de forma analítica o que passamos para o nosso público. De acordo com a temática do programa, torna-se possível obter uma percepção ambiental abrangente e um conhecimento maior na área de saneamento básico, empoderando pessoas para possíveis melhorias de comportamento acerca do assunto. Em virtude das palestras realizadas, possibilidades de parcerias surgiram para fortalecer ainda mais o programa, como por exemplo a participação no Encontro de Recursos Hídricos de Sergipe (ENREHSE), Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRHidro), além de em 2022, pela terceira vez consecutiva, a GESA foi contemplada com o SELO ODS e com o PRÊMIO BOAS PRÁTICAS. Por intermédio dos programas desenvolvidos pela CEAM/GESA, são enquadrados alguns dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável como por exemplo: ODS 4 - Educação de qualidade, ODS 6 - Água potável e saneamento, ODS 14 - vida na água, entre outros (DESO,2023).

As informações do quantitativo de participantes e nível de escolaridade a ser atendido não podem apresentar erros significativos por parte da instituição de ensino, pois comprometem a credibilidade do programa, tornando-se uma ameaça para o desenvolvimento do programa na instituição. Visto que os materiais complementares são contabilizados antes da ocorrência da

visita, a escassez de revistas e panfletos pode dificultar a divulgação das informações do saneamento e questões ambientais para além do âmbito das atividades do programa. Ademais, informações de nível de escolaridade diferentes do que foi comunicado podem também comprometer a atividade. A disponibilização de informações inadequadas para determinadas faixas etárias, como crianças do ensino infantil, pode resultar em uma compreensão deficiente ou incorreta dos conceitos ambientais, comprometendo os objetivos educacionais do programa.

Figura 1. Análise SWOT do programa DESO Vai à Escola.



Fonte: Os autores, 2024.

A figura 1 ilustra a análise SWOT realizada no estudo, buscando identificar os pontos fortes e fracos durante as etapas do processo.

CONCLUSÕES

Em virtude do que foi mencionado, a Companhia de Saneamento de Sergipe DESO através da Gerência Socioambiental (GESA), busca alcançar seus objetivos de educação e conscientização ambiental por meio do programa “DESO Vai à Escola”.

Através da Técnica do SWOT percebemos que a força do programa está na inovação da metodologia lúdica e na comunicação adaptada, às oportunidades nos convites para participação de eventos e possibilidades de parcerias, e com as avaliações pós eventos percebemos fraquezas e ameaças a serem tratadas. A título de exemplo da aplicação do *feedback* recebido das instituições de ensino, exemplificamos a implementação da dinâmica cognitiva na qual os discentes têm contato com as práticas de descarte de resíduos e são instados através de uma competição a demonstrar a praticidade dos conhecimentos absorvidos durante as palestras.

A aplicação da ferramenta SWOT resultou na constância e no crescimento sustentado do programa, vem a confirmar o sucesso e a importância do referido, pois a forma inovadora e dinâmica, leva para todos uma renovação didática e de grande envolvimento dos discentes e docentes, que habituados aos processos de aprendizagem tradicional, conseguem através deste

melhores e maiores fundamentos teóricos e práticos para o desenvolvimento de novas dinâmicas educacionais adequadas, a celeridade do fluxo de informações do mundo atual.

REFERÊNCIAS

Companhia de Saneamento de Sergipe DESO. **Plano de Educação Ambiental da Companhia de Saneamento de Sergipe DESO (PEA)**. Aracaju: DESO, 2022.

Companhia de Saneamento de Sergipe DESO. **Programas Especiais**. Disponível em:<<https://www.deso-se.com.br/menu/programas-especiais>>. Acesso em 03 de maio de 2024.

EQUIPE INSTITUTO ÁGUA E SANEAMENTO. **Conferência sobre Água da ONU reúne líderes para alcance de compromissos globais**. São Paulo: Disponível em:<<https://www.aguaesaneamento.org.br/conferencia-da-agua-da-onu-reune-lideres-para-alcance-de-compromissos-globais/>>. Acesso em 2 de maio de 2024.

SALESFORCE BRASIL. **Análise SWOT: o guia para fazê-la corretamente**. Disponível em:<<https://www.salesforce.com/br/blog/analise-swot/>>. Acesso em 2 de maio de 2024.

Área: Educação Ambiental e Conscientização Pública

RESERVA AMBIENTAL NA PALMA DA MÃO: APLICATIVO MÓVEL COMO ESTRATÉGIA DE CONSCIENTIZAÇÃO AMBIENTAL

Joseline Molozzi¹; Eduardo dos Reis Souza²; Mateus Penha Albuquerque Pierre³; Ludmyla Ferreira de Brito⁴; Wilma Izabelly Ananias Gomes⁵; Danyllo Wagner Albuquerque⁶

^{1,4}Departamento de Ciências Biológicas, ^{1,2,5}Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação (PPGEC), Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Rua Baraúnas, 351- Universitário, Campina Grande- PB, E-mail: ludmyla.ferreira.brito@gmail.com; wilmaizabelly@hotmail.com

^{2,3,6}Instituto Federal de Educação da Paraíba (IFPB), Rua Cecília Nunes de Oliveira, 671 - Dinâmica, Campina Grande- PB, E-mail: eduardo.reis@academico.ifpb.edu.br; mateus.penha@academico.ifpb.edu.br;
E-mail do autor correspondente: jmolozzi@gmail.com

RESUMO: Os aplicativos móveis para telefones celulares são considerados um excelente instrumento para educação ambiental. Com base nisso, o principal objetivo do estudo foi desenvolver um aplicativo móvel para a Reserva Olho D'Água das Onças, que auxilie no processo de popularização da ciência e divulgação dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). A Reserva Olho D'água das Onças é uma Unidade de Conservação de Uso Sustentável, localizada no município de Picuí- PB. O aplicativo foi criado respeitando as etapas de concepção, levantamento de informações, produção de conteúdo, desenvolvimento e testes. O Aplicativo oferece 6 (seis) telas de navegação com vídeos educativos voltados ao público em geral e infantil. O uso de vídeos é uma excelente estratégia que auxilia no pensamento crítico. O aplicativo também oferece o Quiz Ambiental, jogo composto por 60 perguntas para testar o conhecimento do público sobre a caatinga, mudanças climáticas, conservação e Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). A associação entre a tecnologia e a educação possibilitou a criação de um aplicativo móvel, com grande potencial para ser um instrumento de popularização da ciência e valorização da caatinga.

Palavras-chave: App; Caatinga; Educação Ambiental; Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

INTRODUÇÃO

O uso de aplicativo móvel para educação, especialmente como estratégia de divulgação do conhecimento científico e conscientização ambiental, pode ser considerado uma ferramenta de grande alcance, pois exige apenas que o usuário tenha acesso a um aparelho de telefone celular conectado à internet (MERIJE, 2012). Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2022, 86,5% dos brasileiros de 10 anos ou mais de idade, possuem telefone celular para uso pessoal, e a proporção de pessoas com 10 anos ou mais de idade que utilizaram a internet no país passou de 84,7% em 2021 para 87,2% em 2022.

Os aplicativos móveis podem levar conhecimento científico e auxiliar na conscientização ambiental dos usuários de diversas maneiras, entre elas estão: i) pesquisa; oferece acesso a

dados científicos, relatórios de pesquisa e notícias relacionadas ao meio ambiente; ii) jogos educativos: ferramenta interativa para ensinar conceitos importantes como conservação do meio ambiente, entre outros; iii) ferramentas de identificação: por meio de QRcode é possível obter informações detalhadas sobre lugares, plantas e animais que podem ser acessadas em atividade ao ar livre; iv) vídeos: divulga conceitos complexos de forma visual e envolvente, também são utilizados sensibilizar e estimular a população a refletir sobre seu papel na conservação do meio ambiente, especialmente da Caatinga.

A Caatinga tem sido o bioma mais negligenciado do ponto de vista de sua conservação. Possui apenas 1,13% do território coberto por unidades de conservação de proteção integral e 6,32% em unidades de conservação de uso sustentável (FONSECA et al. 2017). De acordo com a Lei nº 9.985/2000, Unidades de Conservação (UC) são espaços territoriais e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção.

O estado da Paraíba possui 17 UC administradas pela Superintendência de Administração do Meio Ambiente (SUDEMA), 6 são mantidas pelo Governo Federal, 12 pelos governos municipais e 10 são de domínio privado (Paraíba, 2018). A Reserva Olho D'Água das Onças é uma Unidade de Conservação de Uso Sustentável, de domínio privado, localizada na zona rural do município de Picuí, Paraíba. O objetivo do estudo foi desenvolver um aplicativo móvel para a Reserva Olho D'Água das Onças, que auxilie no processo de popularização da ciência e divulgação dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

METODOLOGIA

Área de estudo

A Reserva Olho D'água das Onças (6° 30' 42" S 36° 21' 5" O) é uma Unidade de Conservação, localizada a 11 Km da região central do município de Picuí- PB, Brasil. Possui área de pouco mais de 20 hectares, dos quais 75% são de área preservada, composta por vegetação nativa da caatinga. A área preservada é circundada por 3 (três) trilhas, classificadas de acordo com o nível de dificuldade de acesso, sendo: **Trilha do Mirante**- classificada em baixo nível de dificuldade e 450 metros de extensão; **Trilha do Olho d'Água**- classificada em médio nível de dificuldade e dá acesso ao Olho D'água, localizado a 830 metros do início da trilha; **Trilha do Marsupial**- classificada em alto nível de dificuldade e possui aproximadamente 1300 metros de extensão. Os 25% restantes correspondem a área de sustentabilidade da Reserva

Processo de criação e desenvolvimento do Aplicativo Móvel

O incentivo a criação do aplicativo móvel partiu de uma parceria entre a Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), por meio do projetos PELD-RIPA Rio Paraíba Integrado (FAPESQ/PELD ° 21/2020, nº 403/2021), Educação Ambiental e Serviços Ecossistêmicos Integrados com a Agenda Global (FAPESQ/SECTIES/PB/LOA 2023) e Gestão de recursos hídricos frente a cenários de mudanças climáticas (CNPq/MCTI/FNDCT/CT-Hidro nº 63/2022/processo nº 409348/2022-8), a Reserva Olho D'água das Onças e o Instituto Federal Instituto Federal de Educação da Paraíba (IFPB- campus Campina Grande). Para fins didáticos, podemos dividir o processo de criação e desenvolvimento em 4 (quatro) etapas típicas do desenvolvimento de software:

i) *Concepção*- foram realizadas pesquisas bibliográficas para compreender como outros pesquisadores têm desenvolvido aplicativos na área ambiental e em outras áreas.

ii) *Levamento de informações*- foram realizadas visitas a Reserva para a captura de imagens e vídeos, aéreos e terrestres, para compor o acervo fotográfico do aplicativo. Durante as visitas também foram registradas as coordenadas geográficas das trilhas;

iii) *Produção de conteúdo*- foram produzidos vídeos informativos e educativos, destinados ao público infantil e ao público em geral. Também foram elaboradas perguntas para compor o jogo educativo que objetiva testar o conhecimento do público sobre os mais variados temas relacionados ao Meio Ambiente. Além disso, foram realizadas pesquisas bibliográficas para identificar os estudos científicos desenvolvidos na Reserva.

iv) *Desenvolvimento e testes*- o aplicativo foi desenvolvido com base na *React Native* que consiste numa estrutura híbrida de aplicativos móveis; *JavaScript* que compreende uma linguagem de programação; *React* que é uma biblioteca de código aberto. O aplicativo foi projetado utilizando software de desenho para cada uma das fases. Por fim, se iniciou a fase de Testes (atual fase) e o aplicativo é colocado a prova para possíveis ajustes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Aplicativo da Reserva Olho D'água das Onças possui 6 (seis) telas de navegação: Tela de abertura, Tela inicial, Trilhas ambientais, Leitura de Qrcode, Quis Ambiental e Catálogo Ambiental (Figura 1). Na tela inicial é possível acessar informações gerais sobre a Reserva, ecoturismo, pontos turísticos do município de Picuí, projetos e trabalhos científicos desenvolvidos na Reserva, Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Muitas dessas informações são apresentadas em formato de vídeos, que possuem duração máxima de 2 (dois)

minutos.

Se tratando especificamente da abordagem sobre os ODS, o intuito foi primordialmente trazer para a população a oportunidade de entender com mais clareza e facilidade sobre os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e mostrar aos usuários que os ODS estão presentes no dia a dia. Os vídeos foram trabalhados com um dialeto popular para aproximar o usuário do tema abordado, tornando assim o conteúdo mais fácil de compreender.

Figura 1: Telas do aplicativo da Reserva Olho D'Água das Onças. (A) Tela de abertura, (B) Tela inicial, (C) Trilhas ambientais, (D) Leitura de Qrcode, (E) Quiz Ambiental e (F) Catálogo Ambiental.



Também foram produzidos vídeos com uma proposta infantil sobre os ODS, conservação e unidades de conservação. Para isso, foram utilizadas animações que pudessem prender a atenção da criança, possibilitando que o processo de aprendizagem ocorra de maneira mais dinâmica e divertida. Os vídeos com as temáticas infantil foram todos apresentados por uma das mascotes do projeto, a cientista Doutora Flora, que é uma personagem que carrega consigo bastante representatividade. Outra mascote do projeto, a onça parca Lina, foi utilizada em vídeos para apresentar os principais pontos de visitação que estão presentes na Reserva, trazendo também informações sobre a flora e fauna da região.

Ao final, foram produzidos vídeos nas seguintes temáticas: “Conservação e Unidades de Conservação”, “O que são os ODS?” - ambos em temática adulta e infantil – “O que é uma RPPN?”, “Portal das Cactáceas”, “Mirante” e “Olho D’água das Onças”. Diversos autores destacam a importância do uso de vídeos como estratégia didática para auxilia no pensamento crítico em uma dinâmica interativa (CAVALCANTI et al. 2011; MERIJE, 2012).

Outra estratégia utilizada no aplicativo é o acesso a informações detalhadas por meio de Qrcode espalhados por locais estratégicos na Reserva. Esta estratégia se mostrou bastante eficaz em estudos semelhantes a estes (ABREU et al. 2017).

O aplicativo também oferece ao usuário um jogo educativo, o Quiz Ambiental. Este jogo é composto por 60 perguntas de múltipla escolha sobre a caatinga, mudanças climáticas, conservação e Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). O quiz é uma maneira divertida e interativa de envolver as pessoas, informá-las e sensibilizá-las sobre a importância

de proteger o meio ambiente e adotar comportamentos mais sustentáveis (MARTINS, 2011; ESTEVAM et al. 2021).

CONCLUSÕES

A associação entre a tecnologia e a educação, por meio de temáticas ambientais, possibilitou a criação de um Aplicativo móvel para telefone celular, com grande potencial para ser um instrumento de popularização da ciência e valorização da Caatinga, por meio de experiências interativas e acessíveis a qualquer momento e lugar.

REFERÊNCIAS

- ABREU, J., DE SOUSA, J. E., LACERDA, M. (2017). Um aplicativo móvel para educação ambiental. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*, 28, 1, 1736.
- BRASIL, 2000. Lei Nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Disponível em < https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm>, acesso em 30 de abril de 2024.
- CAVALCANTI NETO, A. L. G., AMARAL, E. M. R. D. (2011). Ensino de ciências e educação ambiental no nível fundamental: análise de algumas estratégias didáticas. *Ciência & Educação (Bauru)*, 17, 129-144.
- ESTEVAM, R. S., PEREIRA, S. P., DOS SANTOS, D. C., COSTA, H. C. (2021). Produção e avaliação de um aplicativo móvel para ensino de química ambiental. *Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas*, 17(38), 22-33.
- FONSECA, C. R., ANTONGIOVANNI, M., MATSUMOTO, M., BERNARD, E., VENTICINQUE, E. M. (2017). "Conservation opportunities in the Caatinga". In: Silva, J. M. C.; Leal, I. R.; Tabarelli, M. (eds.) *Caatinga. The largest tropical dry forest region in South America*. Cham: Springer International Publishing, 429-444.
- IBGE– Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: < <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/38307-161-6-milhoes-de-pessoas-com-10-anos-ou-mais-de-idade-utilizaram-a-internet-no-pais-em-2022>>, acesso em 02 de maio de 2022.
- MARTINS, D. C. L. (2011). Jogo virtual para o consumo consciente: uma proposta para o ensino de educação ambiental. *Volta Redonda*, 96p.
- MERIJE, W. (2012). *Mobimento: educação e comunicação mobile*. Editora Peirópolis LTDA.
- PARAÍBA, 2018. Superintendência de Administração do Meio Ambiente (SUDEMA). Disponível em: < <https://sudema.pb.gov.br/noticias/unidades-de-conservacao-sao-boas-opcoes-de-passeios-durante-as-ferias>>. Acesso em 02 de maio de 2024.

Área: Monitoramento e Avaliação da Qualidade da Água

RESPOSTA DA RIQUEZA E ABUNDÂNCIA DE MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS AO ESTADO TRÓFICO DE RESERVATÓRIOS NO SEMIÁRIDO

Núbia Gabrielle de O. Pereira¹; Bruno Costa da Silva ¹; Érica Luana F. Álvaro²; Joseline Molozzi²

¹Departamento de Biologia, Universidade Estadual da Paraíba, R. Baraúnas, 351 - Universitário, Campina Grande - PB, 58429-000, nubia.pereira@aluno.uepb.edu.br; bruno.costa.silva@aluno.uepb.edu.br.

² Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação-UEPB, R. Baraúnas, 351 - Universitário, Campina Grande - PB, 58429-000, ferreiraericaluana@gmail.com; jmolozzi@servidor.uepb.edu.br.

RESUMO: O estado trófico de ecossistemas aquáticos promove alterações na estrutura das comunidades aquáticas, como as de macroinvertebrados bentônicos. O estado trófico costuma ser avaliado através do índice de estado trófico (IET), o qual é uma ferramenta de monitoramento da qualidade da água. O objetivo deste trabalho foi avaliar a resposta da riqueza e abundância de macroinvertebrados bentônicos ao índice de estado trófico (IET). O estudo foi realizado em quatro reservatórios localizados no estado da Paraíba, Brasil. Foram feitos modelos lineares generalizados mistos (GLMM) para avaliar a relação entre o índice de estado trófico e a riqueza e abundância de macroinvertebrados. Os reservatórios estudados foram classificados em ambientes hipereutróficos, oligotróficos e mesotróficos. Nossos resultados mostraram uma relação de crescimento da abundância de macroinvertebrados indicadores de impacto com o aumento do estado trófico. Porém, nossos resultados revelaram uma relação quadrática entre a riqueza e o IET. Estudos mostraram que a riqueza e abundância de *M. tuberculata* e *Aedokritus* estão associadas ao fato destes organismos serem tolerarem os altos níveis de enriquecimento de matéria orgânica em ambientes eutróficos. Conclui-se que os índices de estado trófico influenciam a riqueza e abundância de macroinvertebrados bentônicos, levando à dominância por espécies resistentes.

Palavras-chave: Índice de estado trófico; Monitoramento; Espécies resistentes.

INTRODUÇÃO

Para enfrentar a escassez de recursos hídricos nas regiões áridas e semiáridas, foi necessária a construção de reservatórios (BARBOSA et al., 2012). Os reservatórios são ecossistemas criados pelo homem, que tem por função o armazenamento de água e a manutenção da vida aquática (REZENDE et al., 2018). No entanto, com os efeitos das alterações climáticas e as fortes pressões antrópicas, os reservatórios têm sido impactados (MELO et al., 2022). As principais alterações sofridas pelos reservatórios estão relacionadas ao enriquecimento de nutrientes e a consequente eutrofização, um fenômeno que resulta no aumento da produção primária no ambiente aquático (AZEVEDO et al., 2015).

Tendo em vista o aumento da eutrofização nos corpos hídricos, ocasionado pelo aumento da concentração de nutrientes e as elevadas temperaturas, os cientistas têm utilizado

ferramentas para avaliar a qualidade da água em reservatórios (BEGHELLI et al., 2012). Entre essas ferramentas está o Índice de Estado Trófico (IET), o qual é considerado uma medida da eutrofização dos corpos hídricos (CALSON et al., 1977; LAMPARELLI, 2004). Além disso, podemos também utilizar comunidades aquáticas como ferramenta de avaliação do estado ecológico (AZEVEDO et al., 2015). Lima, Schäfer e Lanzer (2013) destacaram que, dentre essas comunidades, os macroinvertebrados bentônicos são considerados bons indicadores dos níveis de estado trófico, sendo a presença ou ausência de alguns critérios de classificação do estado trófico.

Diante disso, são necessários mais estudos que avaliem a resposta da riqueza e abundância de macroinvertebrados ao estado trófico (BEGHELLI et al., 2012; LIMA, SCHÄFER, LANZER, 2013; AZEVEDO et al., 2015). Neste contexto, o objetivo deste trabalho é avaliar a influência do índice de estado trófico sobre a riqueza e abundância dos macroinvertebrados em reservatórios no semiárido. Para isso, testamos a hipótese de que com o aumento do estado trófico ocorre a diminuição da riqueza de espécies indicadoras de águas de boa qualidade e abundância dos macroinvertebrados bentônicos.

METODOLOGIA

Área de estudo e desenho amostral

O estudo foi realizado em quatro reservatórios localizados na região do Nordeste do Brasil, no estado da Paraíba: Acauã, Araçagi, Camalaú e Taperoá. A região de estudo apresenta clima do tipo BSh (semiárido quente), conforme a classificação de Köppen-Geiger (KOTTEK et al. 2006), sendo caracterizado por temperaturas relativamente altas e regime de chuvas que varia de forma significativa, alternando entre períodos de seca e de chuvas abundantes (MORANGO, 2008). A amostragem ocorreu no mês de dezembro de 2021, sendo estabelecidos 15 pontos de amostragem na região litorânea de cada reservatório, onde foram coletadas amostras de macroinvertebrados bentônicos e água.

Variáveis abiótica e biótica

Em *situ* foram coletadas amostras de água, com auxílio de garrafas plásticas, e foram levadas para serem analisadas em laboratório. Em laboratórios essas amostras foram utilizadas para mensurar clorofila-a (PHYTO-PAM-II, Heinz Walz, 2019) e Fósforo total (APHA, 2017). Os macroinvertebrados bentônicos foram coletados utilizando uma draga Ekman-Birge (0,0225 m²). Após a coleta, as amostras foram fixadas *in situ* com álcool a 70% e levadas para o laboratório. No laboratório, o material foi lavado, utilizando peneiras de malha de 1,0 mm e 0,5 mm. Em seguida, o material foi triado em bandejas iluminadas e os organismos encontrados

foram identificados até o nível de gênero utilizando chaves taxonômicas específicas (MUGNAL et al., 2010; TRIVINHO-STRIXINO & STRIXINO, 1995).

Índice de estado trófico

Para avaliar o Índice de Estado Trófico (IET), utilizamos o índice proposto por Cunha et al., (2013), que é uma adaptação do índice de Carlson et al., (1977), mais adequado para usar em ecossistemas aquáticos tropicais. Esse índice é calculado a partir das seguintes equações:

$$\begin{aligned} (1) \quad TSI(TP)_{tsr} &= 10 \left[6 - \left(\frac{-0.27637 \ln TP + 1.329766}{\ln 2} \right) \right] \\ (2) \quad TSI(Chla)_{tsr} &= 10 \left[6 - \left(\frac{-0.2512 \ln Chla + 0.842257}{\ln 2} \right) \right] \\ (3) \quad TSI_{tsr} &= \frac{TSI(TP)_{tsr} + TSI(Chla)_{tsr}}{2} \end{aligned}$$

Nessas equações Chla representa as concentrações de clorofila-a (µg/L) e TP as concentrações de fósforo total (µg/L).

Análise estatística

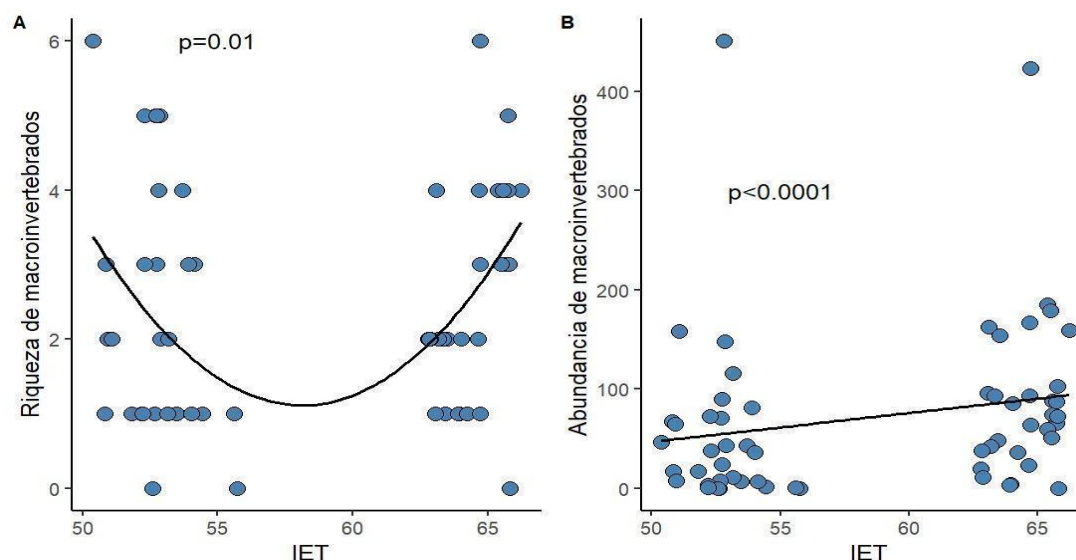
Para testarmos nossa hipótese, realizamos modelos lineares generalizados mistos (GLMM). Para tal, nossas variáveis respostas foram a riqueza taxonômica e abundância relativa, e a variável explicativa foi o índice de estado trófico (IET). As famílias de distribuição de erros selecionadas foram a família Poisson, Binomial negativo. Os modelos foram criados utilizando a função glmer do pacote “lme4” (BATES et al., 2015). Todas as análises foram realizadas no software R, versão 3.6.2 (TEAM, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em nosso estudo encontramos um total de 4.335 organismos distribuídos em 34 taxons. A espécie de molusco invasor *Melanoides tuberculata* (Müller, 1774) correspondeu a 82% (3.577 indivíduos) da comunidade, sendo seguida por *Oligochaeta*, correspondendo 7% (314 indivíduos) e larvas de diptera da família Chironomidae, do gênero *Aedokritus*, 4% (187 indivíduos).

Nos reservatórios estudados, Acauã e Araçagi apresentaram classificação hipereutrófico, enquanto Camalaú e Taperoá apresentaram classificação oligotrófico e mesotrófico. Verificamos que uma relação quadrática positiva entre a riqueza de taxa e o índice de estado trófico ($p=0,01$) (Fig. 1, A), assim como houve uma relação linear da abundância em relação ao IET ($p<0,0001$) (Fig. 1, B).

Figura 1 - **Modelo linear generalizado misto (GLMM)**. Relação da riqueza (A) e abundância (B) de macroinvertebrado sobre o índice de estado trófico.



Observamos que em valores baixos do índice de estado trófico, apresentou-se uma elevada riqueza de macroinvertebrados, conforme esperado. Isso se explica devido à presença de organismos sensíveis, tais como Ephemeropteros e Hemípteros. Por outro lado, observou-se também uma alta riqueza e abundância em relação aos valores elevados de IET. O aumento da riqueza e abundância com o aumento do estado trófico está associado à presença de organismos resistentes, como oligochaetas, larvas de chironomidae e *M. tuberculata*, os quais são considerados organismos generalistas com alta plasticidade (Jovem-Azevedo et al., 2019; De Melo et al., 2022). Azevêdo et al. (2015) mostraram em seu estudo que as altas abundâncias de *M. tuberculata* estão associadas ao fato desses organismos tolerarem ambientes com altas taxas de nutrientes e baixa oxigenação. Além disso, nossos resultados corroboram com os achados de Lima, Schäfer e Lanzer (2013), no qual mostrou-se uma relação positiva entre *Aedokritus* com ambientes hipereutróficos. É importante ressaltar que, além da análise do índice de riqueza e abundância, é crucial considerar também a composição taxonômica para avaliar o estado trófico.

CONCLUSÕES

Concluímos que o estado trófico dos reservatórios atuam moldando a resposta da riqueza e abundância de macroinvertebrados bentônicos. De modo que em altos valores de estado trófico há uma alta riqueza e abundância de organismos, devido a presença de táxons resistentes.

REFERÊNCIAS

APHA, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 2017.

AZEVÊDO, D. J. S., BARBOSA, J. E. L., GOMES, W. I. A., PORTO, D. E., MARQUES, J. C., & MOLOZZI, J. (2015). Diversity measures in macroinvertebrate and zooplankton communities related to the trophic status of subtropical reservoirs: Contradictory or complementary responses? **Ecological Indicators**, 50, 135–149. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.10.010>.

BARBOSA, J. E. DE L., MEDEIROS, E. S. F., BRASIL, J., CORDEIRO, R. DA S., CRISPIM, M. C. B., & SILVA, G. H. G. DA .. (2012). **Aquatic systems in semi-arid Brazil: limnology and management. Acta Limnológica Brasiliensia**, 24(1), 103–118. <https://doi.org/10.1590/S2179-975X2012005000030>.

BEGHELLI, F. G. DE S. et al. Relationship between space distribution of the benthic macroinvertebrates community and trophic state in a Neotropical reservoir (Itupararanga, Brazil). **Biota Neotropica**, v. 12, n. 4, p. 114–124, 2012.

CARLSON, R.E., 1977. Trophic state index for lakes. **Limnol. Oceanogr.** 22 (2), 361–369.

CUNHA, D. G. F.; CALIJURI, M. DO C.; LAMPARELLI, M. C. A trophic state index for tropical/subtropical reservoirs (TSItsr). **Ecological engineering**, v. 60, p. 126–134, 2013.

JOVEM-AZEVÊDO, D. et al. **Dipteran assemblages as functional indicators of extreme droughts. Journal of arid environments**, v. 164, p. 12–22, 2019.

KOTTEK, M., GRIESER, J., BECK, C., RUDOLF, B., RUBEL, F., 2006. World map of the Köppen-Geiger climate classification updated. **Meteorologische Zeitschrift** 15, 259–263.

LAMPARELLI, M.C. 2004. **Grau de trofia em corpos d'água do Estado de São Paulo: avaliação dos métodos de monitoramento. Tese de doutorado**, Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, 238p.

DE MELO, D. B. et al. Extreme drought scenario shapes different patterns of Chironomid coexistence in reservoirs in a semi-arid region. **The Science of the total environment**, v. 821, n. 153053, p. 153053, 2022.

MORANGO, J, A. **Vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança climática no semi-árido do Brasil. Parceiras Estratégias**. Brasília.2010.

MUGNAL R. NESSIMIAN, J. L. BAPTISTA, D. F. Manual de Identificação de Macroinvertebrados Aquáticos do Estado do Rio de Janeiro. **Tochincal Books Editor** 2010.

REZENDE, R. S.; NOVAES, J. L. C.; ALBUQUERQUE, C. Q.; COSTA, R. S.; JUNIOR, J. F. C.; Aquatic invertebrates increase litter breakdown in Neotropical shallow semi-arid lakes. **Journal of Arid Environments**. p.1-8, 2018.

TRIVINHO-STRIXINO, S., STRIXINO, G., **Larvas de Chironomidae (Diptera) do Estado de São Paulo: Guia de identificação e diagnose dos gêneros**,1995.

Área: Monitoramento e Avaliação da Qualidade da Água

RESPOSTAS FISIOLÓGICAS DE CEPAS *Raphidiopsis raciborskii* A DIFERENTES NÍVEIS DE NITROGÊNIO

Aline Maria Bezerra Nery¹; Mateus Santos de Araujo Silva²; Ranielle Daiana dos Santos Silva³;
Juliana dos Santos Severiano⁴ & José Etham de Lucena Barbosa⁵.

¹Departamento de Biologia, Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Rua Baraúnas, 351 - Bairro
Universitário - CEP 58429-500, - Campina Grande-PB. E-mail para correspondência:
aline.maria.bezerra.nery@aluno.uepb.edu.br¹; mateusjubileu.mj13@gmail.com²;
ranielledaiana@hotmail.com³; jsantosseveriano@gmail.com⁴; ethambarbosa@servidor.uepb.edu.br⁵.

RESUMO: O aumento do processo de eutrofização, tem favorecido a dominância de florações da cianobactéria *Raphidiopsis raciborskii* nos ecossistemas aquáticos. Realizamos experimentos de bancada avaliando três condições nutricionais, de alto nitrogênio (N⁺), baixo nitrogênio (N⁻) e uma condição controle (ASM-1) durante 12 dias, a fim de investigar os efeitos do aporte de nitrogênio nas florações da espécie. Para verificar diferenças significativas nas concentrações de clorofila-a, taxas de crescimento e densidade de heterócitos entre os diferentes tratamentos, utilizamos Análises de variâncias de dois fatores (ANOVA). Nossos resultados mostraram uma maior taxa de crescimento e biomassa em N⁺, e a maior densidade de heterócitos nos tratamentos de N⁺ e N⁻. Contudo, a produção de heterócitos não mantiveram uma alta taxa de crescimento, assim um possível controle deste nutriente como forma de mitigação, visto que a espécie é produtora de toxina sendo um risco à saúde.

Palavras-chave: Cianobactérias; Eutrofização; Nutriente.

INTRODUÇÃO

Entradas de excessivas de nutrientes (N e P) em ecossistemas aquáticos, proveniente de cargas externas, da urbanização, intensificação da agricultura e industrialização vem corroborando com o processo de eutrofização (WANG, et al., 2020). Estas condições favorecem as florações de cianobactérias tóxicas que podem acarretar problemas à saúde aos seres humanos, podendo levar à morte dependendo das concentrações e exposição a estas toxinas (CARMICHAEL et al., 2001). Além da diminuição da qualidade da água e alteração das características organolépticas (cor, odor e sabor da água) (YANG, et al., 2016).

Entre as espécies de cianobactérias, *Raphidiopsis raciborskii* (Woloszynka) Aguilera et al., é uma diazotrófica filamentosa, produtora cianotoxinas como a saxitoxina (neurotoxina) e cilindrospermopsina (hepatotoxina) (BITTENCOURT-OLIVEIRA et al., 2012) possuem alta plasticidade fenotípica, que permite tolerar uma ampla faixa de luminosidade, temperatura, salinidade e diferentes condições nutricionais, sendo favorecidas em altas concentrações (MESQUITA et al., 2019). Também produz heterócitos, células que fixam o N₂ atmosférico, permitindo o seu crescimento sob condições limitantes (HASELKORN et al., 2007), no entanto

discussões apontam resultados contrastantes a seu crescimento da espécie a variação deste nutriente, pois registros de florações da espécie sob condições limitantes de nitrogênio contradizem relatos em que a espécie não apresentou alto crescimento sob esta condição (LU et al., 2022), sendo portanto o controle deste nutriente um possível meio para conter as florações desta espécie. Este estudo teve como objetivo investigar os efeitos da variação de nitrogênio na fisiologia da cianobactéria *R. raciborskii*, para melhor compreensão da ecologia e gerenciamento de estratégias no controle das florações desta espécie.

METODOLOGIA

A linhagem de *R. raciborskii* produtora de saxitoxina (ITEP-A1) foi obtida da coleção de culturas do Instituto de Tecnologia do Pernambuco. A cepa foi mantida em meio de cultura ASM-1 ph (8,0), sob condições controladas ($100 \mu\text{mol}$ de fótons $\text{m}^{-2} \text{S}^{-1}$ de irradiância e fotoperíodo 12:12 horas). Foram realizados experimentos em três diferentes condições nutricionais, altas concentrações de nitrato (N^+) (7 mmol NaNO_3 ; Marinho et al., 2013) simulando condições eutróficas, e para condições oligotróficas, limitação de nitrato (N^-) ($7,8 \mu\text{mol}$) conforme Chia et al. (2018) A cultura controle foi mantida no meio ASM-1 não modificado. As culturas foram incubadas em fase de crescimento exponencial com um biovolume inicial de $4,0 \times 10^6 \mu\text{M}^3 \text{mL}^{-1}$. Os experimentos foram realizados em triplicatas.

Os experimentos foram realizados em uma câmara germinadora (modelo SSGF-342L), garantindo controle de luz e temperatura. Foram utilizados frascos de Erlenmeyer (200 mL), sendo dispostos e alterados diariamente em relação a luminosidade para evitar precipitação de células. Os experimentos ocorreram durante doze dias, onde foram retiradas amostras em dias alternados (0, 2, 4, 6, 8, 10, 12) para medições das concentrações de clorofila-a. As concentrações de clorofila-a (Cl-a) ($\mu\text{g L}^{-1}$) (biomassa) foram mensuradas através do fluorômetro modulado por amplitude de pulso PHYTO-PAM e seu software Phyto-Win. A densidade células (mL^{-1}) dos heterócitos e filamentos foram calculados. As taxas de crescimento (μ ; dia^{-1}) foram calculadas considerando as concentrações de clorofila, de acordo com a fórmula de regressão exponencial (Wood et al., 2005). Para verificar a significância nas concentrações de clorofila-a, f_v/f_m , densidades de heterófitos e taxa de crescimento nos diferentes tratamentos e tempo de incubação foram realizado uma Análise de variância de dois fatores (ANOVA axb). Quando verificadas diferenças significativas nos testes de ANOVA, foi realizado a teste *a posteriori* de Tukey. Como pré-requisitos dessas análises de normalidade e homogeneidade das variâncias são avaliados com os testes de Shapiro-Wilk e Barlett, respectivamente, no software R para Windows.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nossos resultados mostraram que os maiores valores de clorofila-a foram encontrados no dia 12, em N + (459,4 µg/L), sendo as menores concentrações verificadas sob limitação de nitrato (10 µg/L), no último dia (Fig.1,Tabela 1). Os resultados obtidos em N + podem estar associados ao fato deste nutriente ser fundamental para a formação de biomoléculas e síntese de proteínas (CONLEY et al., 2019). As taxas de crescimento específico, não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos (Fig.1,Tabela 1). No entanto, verificamos maiores valores no oitavo dia, sob N + (0,17 day⁻¹) e inibição do crescimento sob N- ao longo do tempo de incubação. Estes resultados podem demonstrar que a fixação de nitrogênio não suporta uma alta taxa de crescimento em limitação de N, uma vez que pode representar menos de 10% do total de N necessário para suas atividades celulares (LU et al., 2022).

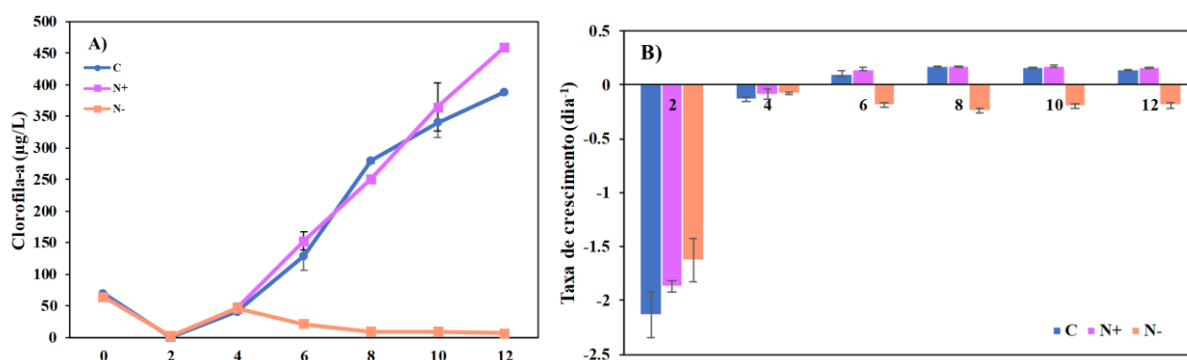


Figura 1. A) Concentrações de clorofila-a e B) Taxa de crescimento da cepa *R. raciborskii*, sob concentrações de nitrato alto (N+) e baixo (N-); alto (P+) e baixo (P-) fósforo e controle (C).

Em relação a densidade de heterócitos, a produção foi significativamente maior em N- no último dia de experimento. A baixa proporção da produção de heterócitos por filamentos, ressaltam que a fixação do N₂ é um processo que demanda maior energia para sua assimilação (BURFORD et al., 2014). No entanto, sob limitação esta espécie foi favorecida em comparação com outras espécies, indicando a importância da fixação na sua expansão e permanência nos ambientes (ZHENG et al, 2023).

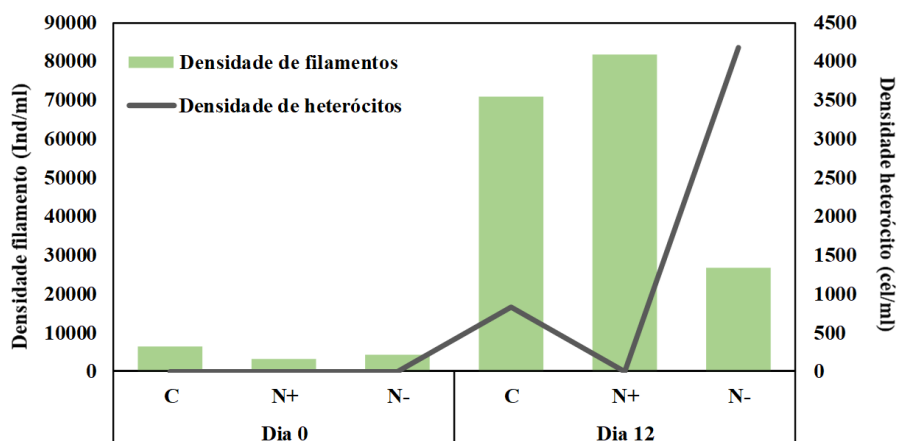


Figura 2. Densidade de filamentos e heterócitos da cepa de *R. raciborskii* sob as diferentes condições nutricionais.

Fatores	Clorofila-a			Taxa de crescimento			Densidade de filamentos			Densidade de heterócitos		
	df	F	P	df	F	p	df	F	p	df	F	P
Nutrientes	2	79,95	<0.001	2	0,789	ns	2	13,78	<0.007	2	10,5	<0.002
Dias	1	222,35	<0,001	1	1,755	ns	1	145,20	<0.001	1	18,0	<0.001
Nutrientes:Dias	2	74,81	<0.001	2	0,938	ns	2	13,48	<0.008	2	10,5	<0.002

Tabela 1. Resultados da ANOVA axb para as variáveis de resposta de *R. raciborskii* pós-exposição a diferentes condições de nutrientes. Df, grau de liberdade; ns, não significativo.

CONCLUSÕES

A alta concentração de nitrogênio elevaram as biomassa e taxa de crescimento, indicando que o aumento deste nutriente pode expandir as florações desta espécie. A produção de heterócitos em limitação, e baixa densidade demonstra que embora a fixação possa permitir a sobrevivência da espécie não é suficiente para manter altas taxas de crescimento. Assim, o controle do nitrogênio pode ser uma estratégia utilizada em planos de mitigação das florações desta espécie, que apresenta sérios riscos à saúde humana dada a sua capacidade de produzir toxinas altamente nocivas.

REFERÊNCIAS

- BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. C.; PICCIN-SANTOS, V.; MOURA, A.N.; ARAGÃO-TAVARES, N.K.; CORDEIRO ARAÚJO, M.K. 2014. Cyanobacteria, microcystins and cylindrospermopsin in public drinking supply reservoirs of Brazil. *An. Acad. Bras. Cienc.* 86 (1), 297–310. DOI: <https://doi.org/10.1590/0001-3765201302512>.
- CARMICHAEL, W.W., AZEVEDO, S.M.F.O., AN, J.S., MOLICA, R.J.R., JOCHIMSEN, E.M., LAU, S., RINEHART, K.L., SHAW, G.R., EAGLESHAM, G.K., 2001. Human fatalities from cyanobacteria: chemical and biological evidence for cyanotoxins. *Environ. Health Perspect.* 109, 663–668. DOI: 10.1289/ehp.01109663

CONLEY, D.J., PAERL, H.W., HOWARTH, R.W., BOESCH, D.F., Seitzinger, S.P., Havens, K.E., Lancelot, C. and Likens, G.E. (2009). Controlling Eutrophication: Nitrogen and Phosphorus. **Science**, 323(5917), pp.1014–1015. DOI :<https://doi.org/10.1126/science.1167755>.

LU, Z.; CHEN, S. J.; XIAO, L.; LEI, L.; HAN, B.; PAERL, W. H.; PAERL W. H. 2022. Cyanophycin accumulated under nitrogen-fluctuating and high-nitrogen conditions facilitates the persistent dominance and blooms of *Raphidiopsis raciborskii* in tropical waters. **Water Research**, v. 214, p. 118215. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.waters.2022.118215>

MESQUITA, M. C, LÜRLING M, DORR F, PINTO E, MARINHO MM (2019). Combined effect of light and temperature on the production of saxitoxins in *Cylindrospermopsis raciborskii* strains. **Toxins** 11:38. DOI: 10.3390/toxins11010038.

SILVA, R.D. S., CHIA, M.A., BARBOSA, V.V. SEVERIANO, J. S, BARBOSA, J. E. L. Synergistic effects of temperature and nutrients on growth and saxitoxin content of the cyanobacterium *Raphidiopsis raciborskii*. **J Appl Phycol** 34, 941–952 (2022). DOI: <https://doi.org/10.1007/s10811-021-02678-8>

WANG, Y., KONG, X., PENG, Z. *et al.* Retention of nitrogen and phosphorus in Lake Chaohu, China: implications for eutrophication management. **Environ Sci Pollut Res** 27, 41488–41502 (2020). DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-020-10024-7>

YANG, B., JIANG, Y., HE, W., LIU, W., KONG, X., JORGENSEN., S. E., XU, F. The tempo-spatial variations of phytoplankton diversities and their correlation with trophic state levels in a large eutrophic Chinese lake. **Ecological Indicators**. Volume 66. 2016. Pages 153-162, ISSN 1470-160X. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.01.013>.

Área: Promoção da Saúde e Saneamento Básico

REVITALIZAÇÃO DE PONTOS VICIADOS EM DESCARTE IRREGULAR DE LIXO: EXPERIÊNCIA MUNICÍPIO SÃO LOURENÇO DA MATA/PE

Leidson Ramos de Sousa¹; Ana Carolina da Silva Oliveira²; Janine Paola Silva³; Felipe Augusto de Santana Macedo⁴; Djailson Pereira de Oliveira⁵; Valderice Pereira Alves Baydum⁶

¹Depto Engenharia, Universidade Católica de Pernambuco, Rua do Príncipe S/N, Boa Vista, Recife/PE

²Secretaria de Saúde, Prefeitura de São Lourenço, Pernambuco

³Secretaria de Educação, Prefeitura de São Lourenço, Pernambuco

^{4,5}Secretaria de Infraestrutura, Prefeitura de São Lourenço, Pernambuco

⁶Companhia Pernambucana de Saneamento, Av. Dr. Jaime da Fonte, Recife/PE

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

RESUMO: Com o crescimento da população, aumenta o consumo e consequentemente o lixo gerado cresce a cada dia. Com o aumento da produção de resíduos e a falta de conhecimento e/ou descaso da população acerca dos impactos ambientais que o descarte incorreto pode acarretar, são formados os pontos viciados de lixo. Esses pontos são locais inapropriados para descarte, presentes em ruas, terrenos baldios e margem de rios, gerando diversos gastos para os municípios com limpeza e causando diversos efeitos negativos em esferas social, ambiental, e saúde pública. A partir do exposto, objetivou-se com este trabalho identificar os pontos viciados de lixo, suas características e seus impactos negativos, apresentar a alternativa da educação ambiental para diminuir a problemática, além de transformar os pontos viciados de lixo em áreas de vivências e minipraças, utilizando materiais que ficariam em desuso na cidade de São Lourenço da Mata/PE. Realizou-se uma pesquisa bibliográfica acerca dos benefícios da educação ambiental, além de entrevista aos moradores da região sobre pontos de coleta seletiva do município. Concluiu-se que com a educação ambiental, é possível formar uma conduta sustentável na comunidade e reduzir o descarte incorreto de resíduos nas cidades contribuindo para a promoção da saúde e saneamento básico.

Palavras-chave: Impacto; Resíduos Sólidos; Saúde Pública.

INTRODUÇÃO

O lixo é um dos maiores problemas da sociedade atualmente, visto que trata-se de derivados que levam vários anos para sua decomposição. São resíduos orgânicos, que incluem desperdício de alimentos, jardinagem, fezes, e resíduos de origem industrial. Afirmando o que diz da população e o consumo per capita, cresce também a quantidade de resíduos gerados (CARDOSO & CARDOSO. 2016).

Comparando com os países da América Latina, o Brasil é o campeão de geração de lixo, representando 40% do total gerado na região (541 mil toneladas/dia, segundo a ONU Meio Ambiente) (AGÊNCIA BRASIL, 2019).

O conceito de “lixo”, conforme afirma Vieira e Berríos (2003), está relacionado a produtos que foram descartados e não têm valor algum, assim, dado à complexidade dos

resíduos gerados, é preferível o uso da palavra “resíduo” como a forma mais atual de apresentar todos os tipos de materiais produzidos e não utilizados a partir de um produto ou processo estabelecido. Entre os tipos de resíduos existentes, é possível distinguir: resíduos recicláveis, que incluem papel, plásticos, metais e vidro, que podem permanecer no ambiente por milhares de anos sem decomposição; e resíduos orgânicos, que incluem desperdício de alimentos, jardinagem, fezes, e resíduos de origem industrial.

Afirmado o que diz Mucelin e Bellini (2008), o descarte irregular desses resíduos pode causar poluição aos mananciais e lençóis aquáticos, poluição visual, problemas ambientais, assim como a presença de vetores e a proliferação de doenças.

A educação ambiental dos moradores possibilita a visão de que os recursos fornecidos pelo ambiente são finitos, e que o consumo e o descarte inadequado são problemas que causam danos irreparáveis ao meio ambiente. É fundamental entender que a educação ambiental possibilita uma mudança contínua no comportamento social, visando uma diminuição de atitudes da população com impactos negativos, como o descarte irregular, e a criação dos pontos viciados de lixo, ponto a ser estudado neste artigo.

O estudo fora realizado na cidade de São Lourenço da Mata/PE, e o projeto idealizado teve o objetivo de identificar e analisar os pontos viciados, bem como a transformação da área escolhida através da eliminação do aspecto sujo, discriminado, poluído e esquecido da mesma, transformando um local antes mal visto, trazendo vida e um novo olhar, constituindo bem-estar não só populacional, mas principalmente ambiental.

METODOLOGIA

CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

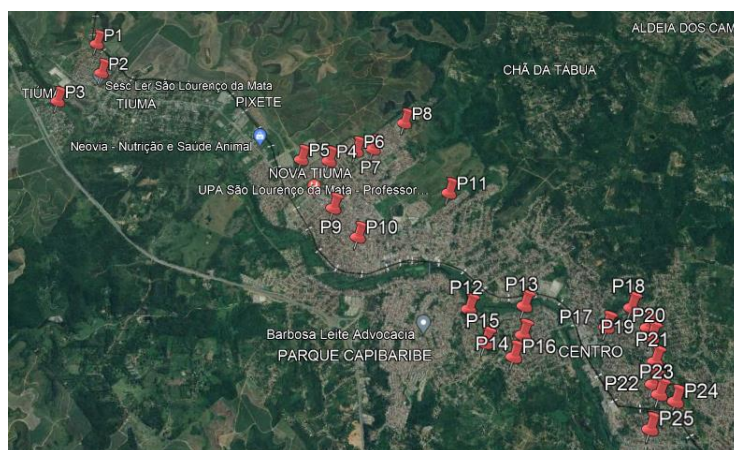
O tipo de pesquisa utilizado foi o de pesquisa-ação, como proposto por Thiollent (1986). Em sua fase exploratória, buscou-se desocultar a problemática do lixo como objeto de estudo em pontos viciados, nas comunidades urbanas previamente determinadas do município. Esta etapa foi realizada por meio de estudo bibliográfico e levantamento de dados primários em campo, com entrevista na Secretaria de Infraestrutura – SMI junto com a Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Agricultura e Meio Ambiente – SMDEAMA do município e na comunidade. A partir do diagnóstico obtido, definiu-se o problema científico a ser trabalhado – os pontos viciados de lixo - e propôs-se o trabalho de educação ambiental como método possível para sua superação.

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado no município de São Lourenço da Mata/PE, localizado na região metropolitana do Recife, uma cidade de 111.249 hab. (IBGE/CENSO de 2022). Foi feita a identificação

dos pontos viciados de lixo na cidade. Após investigação na cidade, apontou-se 215 pontos viciados. No mapa abaixo são identificados os 25 pontos mais críticos.

Figura 1 Mapeamento dos 25 pontos viciados mais críticos



O ponto 1 está localizado no endereço Rua Nossa Senhora da Conceição, no loteamento Maria Helena de Moraes, Bairro de Tiúma, enquanto o ponto 25 fica localizado na rua Palmeiras, Bairro da Bela vista.

LIMPEZA DOS PONTOS ESCOLHIDOS

Foi feita a análise da área a fim de agregar objetos e instrumentos necessários para a transformação do local, introduzindo primeiramente a limpeza com o armazenamento de todo o lixo em sacos e caixas e alocação apropriada para recolhimento habitual do serviço de coleta. Obtidos os materiais essenciais para uma boa escavação das covas para plantio (pá e enxada), mudas de plantas variadas (principalmente espécies florais), composto, brita para ornamentação, madeira e tinta para confecção de placa de conscientização. A água para irrigação das plantas foi obtida com os próprios moradores da área.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a realização de pesquisa para execução do projeto, foi possível entender a existência o ponto viciado de lixo, e observou-se que a população precisava compreender como era feita a coleta do lixo e adaptar-se aos horários dos caminhões coletores, também se observou a ausência de pontos de convivências, com isso foram feitas mini praças nos lugares que havia os pontos viciados. Na montagem ou construção de mini praças e áreas de convivência foram usados materiais que seriam descartados como: cerca de concreto retiradas do calçadão, bancos de concreto com os pés quebrados. As figuras abaixo mostram o antes e o depois de cada ponto viciado de lixo e a transformação em áreas de vivências e mini praças.

Figura 2. Antes e Depois (P1) Rua Nossa Senhora da Conceição, Loteamento Matia Helena de Moraes, Tiúma – São Lourenço/PE



Figura 3. Antes e Depois (P9) Rua Nova Esperança A, Escola Municipal Padre João Collignon, Pixete – São Lourenço/PE



Figura 4. Antes e Depois (P10) Rua 15 de Novembro, ETA Várzea do Una, Alto Santo Antônio – São Lourenço/PE



Finalizado o plantio e toda ornamentação, realizou-se uma breve conversa e apresentação dos locais transformados aos moradores para que seja despertada a iniciativa de preservá-los limpos e agradáveis, ambiental e visualmente, com abordagem acerca dos impactos negativos que o descarte irregular do lixo pode causar ao meio ambiente. O acompanhamento dos locais transformados durante as primeiras semanas representou um meio de controle e avaliação dos resultados do projeto.

CONCLUSÕES

A cidade de São Lourenço da Mata possui um sistema de coleta seletiva padronizado, a existência de pontos viciados de lixo se torna inaceitável. Realizar um projeto que visa a transformação de um local antes malvisto, trazendo vida e um novo olhar ao bairro onde este se encontra, constitui um bem-estar não só para a população, mas também ambiental.

Com a pesquisa pode se perceber a falta de informação e indiferença das pessoas quanto à preservação do meio ambiente e quanto ao compromisso em seguir as regras estabelecidas para o

descarte do lixo na cidade. A população do entorno é contagiada e envolvida em prol de um meio ambiente melhor e sustentável. Pequenas práticas no dia a dia podem trazer conhecimento e qualidade de vida a toda população e representar um ganho ao meio ambiente e comunidade.

Esse projeto pode ser expandido pelo poder público, com a inserção de práticas sustentáveis nas atividades da comunidade, formando indivíduos preocupados com o meio ambiente e, portanto, aumentando a qualidade de vida.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA BRASIL. Brasil gera 79 milhões de toneladas de resíduos sólidos por ano. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2019-11/brasil-gera-79-milhoes-de-toneladas-de-residuos-solidos-por-ano>, acesso em 25/06/2021.
- CARDOSO, F.C.I.; CARDOSO, J.C. O problema do lixo e algumas perspectivas para redução de impactos. Cienc. Cult., São Paulo 2016.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia (2022). Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe/sao-lourenco-da-mata/panorama>
- MUCELIN, C. A. BELLINI, M. Lixo e impactos ambientais perceptíveis no ecossistema urbano. SciELO, 2008.
- THIOLLENT, M. Metodologia da pesquisa-ação. Coleção Temas Básicos de Pesquisa Ação. Ed Cortez, 2º Ed, São Paulo SP. 108p. 1986.
- VIEIRA, E. A.; BERRÍOS, M. Lixo: fato ambiental da modernidade. Ambientes: estudos de Geografia. UNESP, 2003.

Área: Uso Sustentável da Água

SENSOR ALTERNATIVO DE DETERMINAÇÃO DA UMIDADE DO SOLO

Bianca Silva Tavares¹; Rômulo Vinícius Cordeiro Conceição de Souza²; Marcelo Rodrigues Figueira de Mello³; Gilvanice Maria de Moraes⁴; Liliam Maria Henrique da Silva⁵; Marta dos Santos Inácio

¹Departamento de Desenvolvimento Educacional, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco Campus Barreiros, Fazenda Sapé s/n, bianca.tavares@barreiros.ifpe.edu.br

² Departamento de Desenvolvimento Educacional, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco Campus Barreiros, Fazenda Sapé s/n, romulo@barreiros.ifpe.edu.br

E-mail do autor correspondente: bianca.tavares@barreiros.ifpe.edu.br

RESUMO:

O objetivo do trabalho foi avaliar a utilização de um sensor alternativo de monitoramento da umidade do solo na Zona da Mata Sul de Pernambuco. O trabalho foi realizado no Campus Barreiros do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco em duas áreas a primeira foi área experimental de agroecologia no sistema PAIS (Produção Agroecológica Integrada Sustentável) e a segunda área foi uma estufa de vegetação. Após instalar o sensor no sistema PAIS percebemos que funcionou do mesmo modo que o sensor irrigas da Embrapa. O sensor alternativo de determinação da umidade do solo funcionou de maneira satisfatória podendo assim ser difundido para comunidades de agricultores visando o manejo eficiente da irrigação.

PALAVRAS – CHAVES: Irrigação; Manejo; Recursos hídricos.

INTRODUÇÃO

A técnica da irrigação é uma prática de suma importância para o desenvolvimento agrícola, visando buscar alternativas para suprir às necessidades das culturas por meio de recursos hídricos, métodos e sistema que atendam essa demanda (GUTIERRES & NEVES, 2021).

A irrigação corresponde à prática agrícola que utiliza um conjunto de equipamentos e técnicas para suprir a deficiência total ou parcial de água para as plantas (ANA, 2021).

A lógica de quanto maior a necessidade por alimento maior será o consumo de água está se tornando uma questão crítica na maioria das regiões áridas e semiáridas, portanto, soluções sustentáveis para garantir a segurança da água e dos alimentos devem ser exploradas (CHEKLI et al., 2017).

Para a máxima eficiência de uso da água na agricultura irrigada deve-se evitar perdas significativas durante a aplicação das lâminas de irrigação, mas, é muito comum o uso da prática de irrigação sem o manejo adequado para prever quando e quanto de água deve-se aplicar ao solo para atender à demanda das culturas (GURGEL et al., 2023).

O manejo da irrigação desempenha um papel crucial na agricultura e na gestão dos recursos hídricos. O manejo adequado da irrigação ajuda a maximizar sua eficiência, aplicando apenas a quantidade necessária de água para atender as necessidades hídricas dos cultivos, evitando desperdícios e a poluição dos recursos hídricos.

O manejo responsável da irrigação contribui para a conservação dos recursos hídricos, garantindo que a água seja usada de forma sustentável e que os ecossistemas aquáticos não sejam prejudicados pela captação excessiva.

Apesar de existir vários métodos para manejar a irrigação, a maioria dos irrigantes utiliza de meios empíricos para estimar a demanda hídrica das culturas, pois muitas tecnologias que auxiliam no manejo da irrigação são onerosas, inviabilizando a adoção dessas técnicas, especialmente pelos produtores familiares (GURGEL et al., 2023)

Para pequenos produtores essas informações são praticamente inexistentes, levando em consideração que para fazer o manejo de irrigação são necessários instrumentos caros que para serem usados necessitam de um treinamento específico. Porém pode-se fazer um manejo de irrigação gastando pouco e minimamente eficiente (NASCIMENTO, 2017)

O objetivo do trabalho foi avaliar a utilização de sensor alternativo de monitoramento da umidade do solo na Zona da Mata Sul de Pernambuco. Visando oferecer uma metodologia acessível a agricultores familiares para realizarem de forma efetiva o manejo da irrigação.

METODOLOGIA

O trabalho foi realizado no Campus Barreiros do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco em duas áreas: a primeira foi área experimental de agroecologia no sistema PAIS (Produção Agroecológica Integrada Sustentável) e a segunda área foi uma estufa.

O medidor de umidade na sua forma mais simples, é um sistema que consta de uma cápsula porosa (sensor), conectada através de um tubo flexível a uma pequena cuba transparente, que é o dispositivo para medir o estado da água no solo. Para fins de manejo de irrigação, a cápsula é instalada no solo na profundidade efetiva do sistema radicular. Nesta situação a cápsula porosa entra em equilíbrio hídrico com o solo em poucas horas.

O medidor de umidade é composto de mangueira de nível de pedreiro, bebedouro de passarinho, vela de filtro tradicional, bolinha de isopor e cola, todos essas matérias foram comprados no comercio de Barreiros.



Figura 1- Sensor alternativo de umidade do solo

Na montagem do medidor de umidade foi utilizado, 1 metro de mangueira de nível de pedreiro, uma vela de filtro, uma bolinha de isopor, um bebedouro de água de passarinho e uma instantânea e um isqueiro para deixar as pontas da mangueira flexível para fazer os encaixes.

Fizemos uma abertura pequena em cima do bebedouro de água onde foi encachado a mangueira e colado, em seguida foi colocado e encachado o outro lado da mangueira de nível no bico do filtro de vela e colado. A bolinha de isopor foi colocada dentro do bebedouro. Cada sensor custa em média 30 reais.

Os medidores foram instalados (figura 2) em vasos na estufa e no sistema PAIS (Produção Agroecológica Integrada Sustentável) a uma profundidade de 20 cm (figura 3).



Figura 2- Locais de instalação dos medidores de umidade

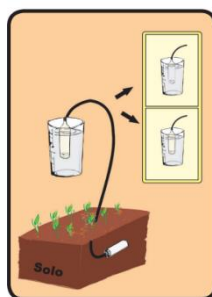


Figura 3 – Forma de instalação dos medidores. Fonte: Calbo & Silva, 2005.

O medidor de umidade funciona da seguinte forma (figura 4): é colocado o bebedouro em uma vasilha transparente cheia de água, se a bolinha de isopor que está dentro do bebedouro subir é porque o solo está seco e precisa ser irrigado, mas se a bolinha não subir o solo está úmido.

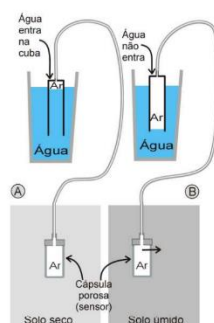


Figura 4 – Funcionamento do medidor de umidade. Fonte: Calbo & Silva, 2005.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a instalação do medidor no PAIS percebemos que do mesmo modo que o irriga da Embrapa funcionou, o medidor também funcionou. Quando o solo estava seco a bolinha do bebedouro do passarinho subia, quando o solo está úmido a bolinha ficava no fundo do bebedouro.



Figura 5 – Irrigas Embrapa

Foi feito outro teste diferente, os irrigas foram instalados em vasos numa estufa, foram instalados 2 medidores e 1 irrigas da Embrapa.

Com o solo seco nos vasos a bolinhas de isopor de todos subiram indicando que o solo estava seco, em seguida foram molhados os vasos com um irrigador, e 1 hora depois foi feito novos teste, a bolinha dos irrigas ficou no fundo do bebedouro indicando que o solo dos vasos estava úmido.

CONCLUSÃO

O medidor alternativo de determinação da umidade do solo funcionou de maneira satisfatória para indicar o melhor momento de fornecer água aos cultivos, tornando eficiente o manejo da irrigação.

A tecnologia desempenha um papel crucial na vida dos agricultores familiares, oferecendo uma série de benefícios que podem melhorar significativamente suas práticas agrícolas, produtividade e a cultivar de maneira sustentável, preservando os recursos naturais e reduzindo o impacto ambiental de suas atividades. Dessa forma o sensor pode ser difundido para comunidades de agricultores visando o manejo eficiente da irrigação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANA, Agência Nacional de Águas. Atlas irrigação: uso da água na agricultura irrigada. 2.Ed. Brasília: Agência Nacional de Águas, 2021. 127p. Disponível em: . Acesso em: 3 fev. 2021.
- Chekli, L.; Kim, Y.; Phuntsho, S.; Li, S.; Ghaffour, N.; Leiknes, T.; Shon, H. K. (2017). Evaluation of fertilizer-drawn forward osmosis for sustainable agriculture and water reuse in arid regions. *Journal of Environmental Management*, 187(1), 137-145
- CALBO, A. I. G.; SILVA, W. L. C. Sistema Irrigas para manejo de irrigação: fundamentos, aplicações e desenvolvimentos. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2005.
- Gurgel, P.H.A; Santos, M.A.; Sousa Neto, O.N.; Dias, N. S.; Souza, Y, C. S.; Cordeiro, C. J. X. Sensor de umidade do solo: melhor eficiência do uso da água de Irrigação. XXXII Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem VIII Inovagri International Meeting, 2023. Fortaleza – CE. Acesso em 15 de abril

de 2024. Disponível em: https://icolibri.com.br/2023/public/__anais/TC2390291.pdf

Gutierrez, M. I. A. & Neves, E. A importância do monitoramento da umidade do solo através de sensores para otimizar a irrigação nas culturas. ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer – Jandaia-GO, v.18 n.35; p. 2021. Acesso em 10 de abril e 2024. Disponível em: <https://www.conhecer.org.br/enciclop/2021A/a%20importancia.pdf>

NASCIMENTO, F.A.L. Sistemas e manejo de irrigação de baixo custo. Capacitação continuada- Agricultura irrigada e Recursos Hídricos. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas – Bahia- Ba, 2017. 17p. Disponível em: Acesso em: 08 fev. 2021. Disponível em: https://www.ufrb.edu.br/neas/images/mat_did/CURSO-1---SISTEMAS-E-MANEJO-DE-IRRIGAO-DE-BAIXO-CUSTO.pdf

Área: Uso Sustentável da Água

SISTEMA AUTOMATIZADO DE MANEJO DA IRRIGAÇÃO

Bianca Silva Tavares¹; Rômulo Vinícius Cordeiro Conceição de Souza²; Alexandre Nascimento dos Santos³; Marcelo Rodrigues Figueira de Mello⁴; Liliam Maria Henrique da Silva⁵; Marta dos Santos Inácio⁶

¹Departamento de Desenvolvimento Educacional, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco Campus Barreiros, Fazenda Sapé s/n, bianca.tavares@barreiros.ifpe.edu.br

² Departamento de Desenvolvimento Educacional, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco Campus Barreiros, Fazenda Sapé s/n, romulo@barreiros.ifpe.edu.br

E-mail do autor correspondente: bianca.tavares@barreiros.ifpe.edu.br

RESUMO: O manejo da irrigação é essencial para otimizar o uso da água, maximizar a produtividade das culturas e minimizar impactos ambientais causados pela agricultura irrigada. O objetivo do trabalho foi testar o sistema de manejo de irrigação automatizado para ser utilizado por agricultores familiares. A pesquisa foi realizada no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco, Campus Barreiros durante o ano de 2023. O sistema de manejo via solo foi confeccionado utilizando vela cerâmica de filtro, pressostato, válvula solenoide e mangueira siliconada transparente. Esse sistema libera água, ligando e desligando o sistema de irrigação, de acordo com a umidade presente no solo, satisfazendo assim a necessidade hídrica da planta. O custo total do sistema foi R\$ 69,01. O sistema de manejo de irrigação se mostrou eficiente e pode se adequar com a realidade dos agricultores familiares. O sistema automatizado de manejo tem como principais vantagens o baixo custo e a economia de água sendo sustentável ecologicamente por contribuir com a preservação dos recursos hídricos.

PALAVRAS-CHAVE: Agricultura familiar; Irrigação; Umidade; Sensor .

INTRODUÇÃO

A distribuição dos recursos hídricos no planeta é dividida em 97,5% em água salgada e 2,5% como doce, sendo que a composição de água doce ainda está subdividida quanto à disposição nas geleiras cerca de 69% e subterrâneas 30% considerados de difícil acesso e apenas 1% se encontra em ambientes límnicos, como rios, reservatórios, lagos e regiões costeiras como águas de fácil acesso (ARAUJO et al, 2022).

O manejo adequado dos recursos hídricos pode conduzir a excelentes resultados na produção de alimentos, porém seu uso inadequado provoca degeneração dos ecossistemas (ISSUFO, 2022).

O conhecimento do manejo de água no solo tem ganhado cada vez mais importância visto os problemas hídricos atuais. A agricultura irrigada utiliza grandes volumes de água e depende do conhecimento aprofundado nesse assunto para ter maior eficiência de aplicação de água (GAVA et al., 2016).

Para pequenos produtores essas informações são praticamente inexistentes, levando em consideração que para fazer o manejo de irrigação são necessários instrumentos caros que para serem usados necessitam de um treinamento específico. Porém pode-se fazer um manejo de irrigação gastando pouco e minimamente eficiente (NASCIMENTO, 2017).

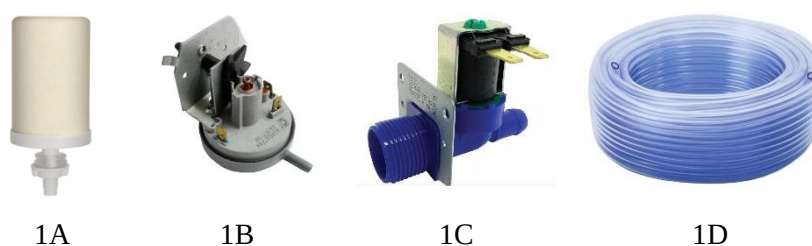
O objetivo desse trabalho foi construir, instalar e testar sistema automatizado de manejo de irrigação para agricultura familiar.

METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco, Campus Barreiros utilizando o sistema de irrigação localizada por gravidade na casa de vegetação durante o ano de 2023.

O sistema de controle de irrigação automático por tensão de água no solo foi confeccionado utilizando vela cerâmica de filtro (Figura 1A), pressostato (Figura 1B), válvula solenoide (Figura 1C) e mangueira siliconada transparente (Figura 1D).

Figura 1. Materiais utilizados



Na tabela 1 são apresentados os custos dos materiais utilizados na construção do sistema automatizado de manejo da irrigação.

Tabela 1. Custo do material utilizado no sistema automatizado de manejo

Item	Valor (\$)
Válvula solenoide (und)	29,82
Pressostato (und)	15,83
Mangueira de nível (m)	1,56
Vela de filtro (und)	14,00
Total	69,01

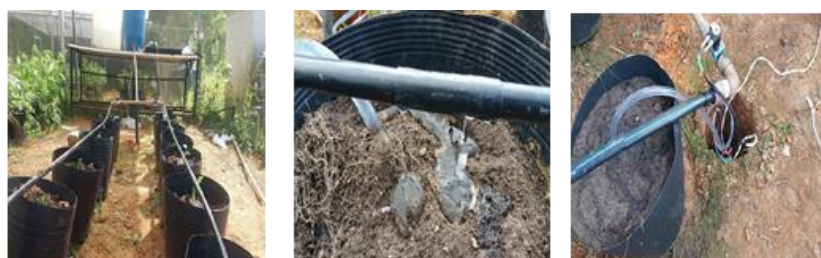
Para a montagem do sensor de tensão de água no solo foi feita uma conexão entre a vela de filtro e o pressostato, utilizando 70 cm da mangueira que foram, ambos, previamente preenchidos com água, expulsando todo o ar. Em seguida foi realizada a ligação elétrica entre o pressostato e a válvula, fazendo com que o cabo de fase positiva passasse pelo pressostato antes de chegar na válvula solenoide, servindo de interruptor de energia (Figura 2).

Figura 2. Montagem do sistema de manejo



Para a instalação do sensor no sistema de cultivo e irrigação, a vela de filtro foi inserida na metade do vaso de cultivo e coberta com solo. O pressostato foi posicionado ao lado do vaso de forma que ele ficasse 30 cm abaixo da posição da vela de filtro, criando uma coluna d'água entre a vela e o pressostato. A solenoide foi conectada na linha principal do sistema de irrigação, permitindo a passagem ou retenção da água em função do status do pressostato (Figura 3).

Figura 3. Instalação do sistema controle de irrigação automático por pressão.



O acionamento do sistema de irrigação se dava quando o solo secava a ponto de sua tensão promover uma movimentação de água de dentro para fora da vela de filtro instalada no vaso de cultivo, criando uma pressão negativa no interior do sensor, acionando o pressostato que por sua vez permitia a passagem de energia elétrica para a válvula solenoide, promovendo sua abertura e permitindo a passagem de água para o sistema de irrigação.

Já o desligamento do sistema de irrigação acontecia quando o solo recebia uma recarga de água e reestabelecia sua umidade, fazendo com que a tensão da água no solo diminuísse, promovendo uma movimentação de água de fora para dentro da vela de filtro, reestabelecendo a pressão positiva sobre o pressostato que por sua vez interrompia a passagem de energia elétrica para a solenoide, promovendo seu fechamento e a interrupção de água para o sistema

de irrigação.

A primeira manutenção do sistema de manejo foi realizada após um mês de uso, em decorrência da entrada de ar na coluna de água, ocorrido possivelmente por falta de energia elétrica. Isso reforça a necessidade de se observar constantemente o funcionamento do equipamento, visto a quebra da coluna de água da mangueira poderá interromper o manejo da irrigação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No sistema de controle de irrigação automatizado por pressão, a maior exigência de mão de obra ocorreu na fase de montagem e instalação do equipamento. Por utilizar materiais de fácil acesso e baixo curso, o valor final do equipamento foi da ordem de 69,01 reais.

Ele teve bom funcionamento e atendeu às necessidades hídricas da cultura do pimentão, não ocorrendo nenhum evento de estresse hídrico durante o ciclo do pimentão. Como o sistema ligava e desligava de acordo a umidade retida no solo também foi verificado significativa economia de água.

Os sensores eletrônicos estão sendo utilizados na agricultura como ferramenta de monitoramento do conteúdo de água no solo. O uso em grande escala visa auxiliar o produtor na tomada de decisão de quando e quanto irrigar proporcionando o aumento da produtividade e a otimização dos recursos hídricos (GUTIERRES & NEVES, 2021).

O manejo da irrigação pode ser via solo e tem como princípio determinar a umidade do solo do sistema radicular, repondo assim o volume de água necessário no solo para suprir a demanda hídrica dos cultivos (DABACH et al., 2016).

CONCLUSÃO

O sistema de manejo de irrigação se mostrou de baixo custo, podendo se adequar com a realidade dos agricultores familiares. Têm como principal vantagem a economia de água, sendo ambientalmente mais adequados por contribuir com a preservação dos recursos hídricos.

Ao adotar práticas de manejo da irrigação, os agricultores podem não apenas economizar água e reduzir custos de produção, mas também contribuir para a sustentabilidade ambiental e a resiliência dos sistemas agrícolas frente às mudanças climáticas.

REFERÊNCIAS

ARAUJO, L. F.; CAMARGO, F. P.; NETTO, A. T.; VERNIN, N. S.; ANDRADE, R. C. Análise da cobertura de abastecimento e da qualidade da água distribuída em diferentes regiões do Brasil no ano de 2019. Revista Ciência e Saúde Coletiva, v. 27. n. 7, p.2935-2947, jul. 2022. Disponível em:

<https://doi.org/10.1590/1413-81232022277.16472021>.

DABACH, S. SHANIA, U; LAZAROVITCH, N. The influence of water uptake on matric head variability in a drip-irrigated root zone. *Soil & Tillage Research*, Amsterdã, v.155, p. 216-224, 2016. DOI: 10.1016 / j.still.2015.08.012 Disponível

em: <<https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20163002005>.> Acesso em: 12 abr. 2024

GAVA, R.; FRIZZONE, J. A.; SNYDER, R.L.; VIEIRA,J.J.; JUNIOR, E. F.F et al. Estresse hídrico em diferentes fases da cultura da soja. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, vol. 9, p. 349-359, 2015. Disponível em: DOI:10.7127/rbai.v9n600368.

GUTIERRES, M. I & NEVES, E. A importância do monitoramento da umidade do solo através de sensores para otimizar a irrigação nas culturas. *ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer – Jandaia-GO*, v.18 n.35; p. 2021. Disponível em: <https://www.conhecer.org.br/enciclop/2021A/a%20importancia.pdf>. Acesso 24 de abril de 2024.

ISSUFO, N. Desafios relacionados com o uso racional da água na irrigação da atividade agrícola na província de Nampula. *Revista Científica Multidisciplinar*. v3, n11, 2022. Acesso em 23 de abril de 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.47820/recima21.v3i11.2002>

NASCIMENTO, F.A.L. Sistemas e manejo de irrigação de baixo custo. Capacitação continuada-Agricultura irrigada e Recursos Hídricos. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas – Bahia- Ba, 2017. 17p. Disponível em: <https://www.ufrb.edu.br/neas/images/mat_did/CURSO-1---SISTEMAS-E-MANEJO-DE-IRRIGAO-DE-BAIXO-CUSTO.pdf.> Acesso em: 08 abril. 2024.

Área: Educação Ambiental e Conscientização Pública

TÉCNICA SWOT APLICADA AO PROGRAMA SANEAMENTO EXPRESSO DA COMPANHIA DE SANEAMENTO DE SERGIPE DESO

Mário Leo de Oliveira Rodrigues¹; Milleny Gabrielle Santos²; Vera Lucia Bispo dos Santos³

1 Gerente Socioambiental da Companhia de Saneamento de Sergipe - DESO, Mestre em Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Sergipe. e-mail: marioleogeo@hotmail.com

2 Estagiária do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal de Sergipe, integrante da coordenação de Educação Ambiental da Companhia de Saneamento de Sergipe DESO, e-mail: millenygabrielle@yahoo.com.br.

3 Estagiária do Curso de Ciências Biológicas Bacharelado da Estácio, integrante da coordenação de Educação Ambiental da Companhia de Saneamento de Sergipe DESO, e-mail: veraelarabispo@gmail.com

RESUMO: A Companhia de Saneamento de Sergipe DESO, tem como um dos seus princípios a valorização da educação ambiental. Diante disso, a Gerência Socioambiental (GESA) é um setor voltado para o desenvolvimento de projetos sociais, que realiza atividades mediante os programas Socioambientais que buscam inserir nas comunidades a prática de preservar os recursos naturais. Desta forma, um dos programas realizados é o Saneamento Expresso, que é constituído por um veículo tipo ônibus itinerante que atende todas as regiões do Estado. Sua metodologia lúdica permite ser seu diferencial dentre os programas, além de ser um atrativo para as comunidades, permitindo assim um aprendizado descontraído à proporção que possui bastante eficácia na absorção do conteúdo desenvolvido. Em contrapartida, por apresentar público diverso, as ações que envolvem a aplicabilidade do Saneamento Expresso são influenciadas por diversos aspectos. Assim, o presente estudo buscou analisar as etapas que envolvem o desenvolvimento do programa, portanto, a partir de um levantamento analítico realizado pelos autores, foi realizada a análise SWOT buscando identificar as dificuldades e os pontos fortes envolvidos na aplicabilidade do programa, a fim de melhorar os serviços fornecidos pela empresa.

Palavras-chave: Educação ambiental; Ônibus adaptado; Recursos hídricos; Saneamento expresso.

INTRODUÇÃO

A Companhia de Saneamento de Sergipe DESO, desenvolve cinco programas de educação ambiental, entre os quais se destaca o Programa Saneamento Expresso. Esse, é executado por meio de um ônibus adaptado, equipado com maquetes demonstrativas e recursos audiovisuais, que possibilitam a compreensão do ciclo do saneamento. O ônibus percorre diversas regiões do Estado de Sergipe, levando informações sobre o tratamento e distribuição de água, assim como a coleta e tratamento de efluentes. Durante essas ações educativas, são abordadas várias temáticas acerca do ciclo do saneamento, complementadas por vídeos lúdicos que explicam a importância do saneamento básico, as técnicas empregadas nas Estações de Água e Esgoto, e as práticas individuais que favorecem a preservação dos recursos naturais, promovendo um

impacto positivo na saúde e no bem-estar da população (DESO, 2024).

Ao final das apresentações também são distribuídos revistas sobre o mesmo tema, com panfletos informativos, com orientações sobre a tarifa social voltada para a população de baixa renda, também é disponibilizado tempo para a retirada de dúvidas em relação aos serviços fornecidos pela empresa.

A Política Nacional da Educação Ambiental (Lei 9795/1997), assegura que todos tenham acesso à educação ambiental nos diferentes níveis de ensino, seja formal ou não formal. Dessa forma, a Política cita como um de seus objetivos fundamentais o fortalecimento da cidadania, enfatizando que o atendimento ao cidadão é alcançado através do conhecimento, uma vez que uma população informada é capaz de compreender os processos que fazem parte da sua realidade (BRASIL, 1997).

A educação ambiental é de extrema importância, pois a partir das medidas de preservação é possível ter um equilíbrio entre as atividades antrópicas e os recursos naturais, contendo assim as ameaças à integridade do meio ambiente. Em virtude da aplicação das atividades de educação ambiental em razão da conservação dos recursos ambientais, busca a mudança nas conduta e valores dos indivíduos, gerando assim o crescimento de proteção aos recursos naturais, bem como o reforço na manutenção dos ecossistemas.

O programa saneamento Expresso tem como objetivo levar a informação às diversas regiões do Estado, permitindo assim que todos tenham acesso à informação, priorizando a valorização do aprendizado, bem como a conscientização do uso dos recursos hídricos e a preservação do meio ambiente (DESO, 2024). Diante disso, o presente estudo busca analisar o programa a partir da ótica da matriz SWOT, analisando todas as etapas que envolvem a realização do programa, identificando os pontos positivos e negativos, buscando assim a melhoria contínua dos processos envolvidos.

METODOLOGIA

Neste estudo foi aplicada a técnica SWOT para o programa Saneamento Expresso, identificando todos os parâmetros que constituem essa análise, visando o reconhecimento das fraquezas e das ameaças, buscando assim aplicar formas de prevenção contra os impactos negativos, bem como identificar os pontos fortes para que fosse possível valorizá-los e melhorá-los, a fim fomentar a educação ambiental nas comunidades pertencentes ao Estado de Sergipe. Para a aplicação desse modelo, os autores realizaram levantamento analítico acerca das atividades realizadas pela empresa, para isso foram consideradas todas as etapas necessárias

para a realização do programa, buscando identificar todos os aspectos que compõem a técnica aplicada ao estudo. Assim, foram pontuados todos os aspectos envolvidos nas etapas de aplicação do programa, desde o primeiro momento, que inicia com o agendamento das ações, até o último momento, que consiste na devolução do veículo à sede da empresa. Além disso, também foram analisados os aspectos financeiros, que possuem natureza governamental, bem como técnicos, analisando assim os profissionais envolvidos na realização do programa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O programa Saneamento Expresso incentiva, conscientiza e orienta aos participantes das palestras ministradas a respeito da importância da preservação dos recursos naturais de maneira que estimule, direta ou indiretamente, ações de conservação e valorização do meio ambiente, sejam elas individuais ou em grupo.

Diante disso, por se tratar de um programa de educação socioambiental, que visa ampliar o conhecimento acerca da importância da preservação do meio ambiente e dos recursos naturais, o presente estudo aplicou a matriz SWOT nas etapas de desenvolvimento do programa, buscando a melhoria contínua dos processos e dos serviços prestados.

Para a identificação das forças foram analisados os diferenciais apresentados pelo programa, que possui como ponto forte sua metodologia lúdica por meio de maquetes ilustrativas, a facilidade de mobilidade por se tratar de um veículo tipo ônibus, bem como a acessibilidade de pessoas com deficiência. Também vale ressaltar o estímulo ao aprendizado que a metodologia permite, enfatizando os 4 eixos do saneamento, conscientizando sobre o uso da água e o tratamento dos efluentes, assim como o reúso da água pluviométrica e a importância da coleta seletiva e o papel do aterro sanitário.

Por outro lado, para detectar as oportunidades foram usados registros de eventos nas comunidades, tais como a Sergipe é aqui e ABRhidro, que possibilita a presença do ônibus do saneamento Expresso, levando sua contribuição na educação da população em geral, atingindo assim profissionais em diversas áreas com o intuito de formar cidadãos propagadores da informação. Dessa forma, através de projetos e programas de âmbito governamental ou privado, a Companhia de Saneamento de Sergipe esteve presente mediante o Programa Saneamento Expresso, por apresentar fácil mobilidade e possuir um diferencial ao apresentar metodologia lúdica e explicativa.

Em contrapartida, o alto custo na manutenção do veículo e de mobilização, assim como a ausência de profissionais capacitados para lidar com o público que necessita de assistência

como cegos e surdos, por exemplo, ou que apresenta o espectro autista, são fatores que pode-se citar como fraqueza do Programa. Essa etapa é de extrema importância pois permite identificar pontos críticos que afetam o bom desempenho durante a aplicação do programa, buscando a correção e a minimização dos problemas que estes possam causar no futuro.

Além disso, riscos de acidentes durante a locomoção, falta de incentivo governamental, escassez dos recursos financeiro, bem como a ocorrência de sinistros durante a aplicação do programa, são pontuados como ameaças nessa matriz. Dessa forma, conhecer e apontar essas ameaças contribui para realizar ações que mitiguem e que possibilitem a adoção de ações de emergência caso seja necessário.

A figura 1 demonstra a Matriz SWOT aplicada ao programa saneamento expresso.

Figura 1. Análise SWOT do programa Saneamento Expresso



Fonte: Os autores, 2024.

A aplicação dessa análise permitiu avaliar os aspectos positivos e negativos que envolvem todas as etapas de execução do programa, analisando o ambiente externo e interno que influencia direta e indiretamente a realização deste.

Como pontos fracos foi possível identificar diversos fatores externos como riscos de acidentes, que por sua vez não são eliminados totalmente, entretanto, é possível tomar medidas preventivas que mitigam os riscos de ocorrência, bem como minimizam os impactos caso aconteçam. Por outro lado, a ausência de profissionais capacitados para lidar com o público que necessita de maior atenção e acompanhamento, bem como a dificuldade de recursos financeiros são matrizes que podem ser eliminados por completo se desenvolvido políticas públicas que visem à melhoria do projeto e consequentemente aumentem os investimentos, considerando que a DESO é uma empresa de economia mista onde o Estado é seu maior acionista.

Quanto às despesas de custo operacional e de manutenção é um investimento, que possui um menor

custo comparado ao gasto de reparação caso ocorra quebra de equipamentos ou acidentes pela ausência de ações preventivas, além de evitar transtornos. O capital aplicado neste programa visa proporcionar a educação ambiental e a propagação do conhecimento, resultando assim em uma sociedade mais desenvolvida e consciente, viabilizando a promoção do desenvolvimento sustentável.

CONCLUSÕES

A partir do estudo e emprego da ferramenta SWOT no Programa Saneamento Expresso foi possível identificar as oportunidades, fraquezas, forças e ameaças que envolvem a realização das ações. Portanto, essa análise viabiliza observar com mais clareza as mudanças necessárias, pois explorou todos os aspectos que envolvem a realização do programa. Dessa forma, com base na identificação dessas matrizes foi possível pensar em melhorias que mitiga ou elimine os aspectos negativos, bem como valoriza e impulsiona os positivos.

REFERÊNCIAS

BRASIL. LEI N° 9.795, de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 1999.

COMPANHIA SE SANEAMENTO DE SERGIPE DESO. **Saneamento Expresso**. Disponível em <<https://www.deso-se.com.br/menu/saneamento-expresso>>. Acesso em 20 Abril de 2024.

Área: Educação Ambiental e Conscientização Pública

UMA AVALIAÇÃO DO PROGRAMA “A ESCOLA VEM A DESO” À LUZ DA MATRIZ SWOT

José Jorge Silva Santos¹ ; Roseane Dos Santos Santana²; Suzana Ribeiro Dos Santos³ .

1 Coordenador de Educação Ambiental da Companhia de Saneamento de Sergipe DESO, graduado em Geografia pela Universidade Federal de Sergipe. e-mail: jorgesilva@deso-se.com.br.

2 Estagiária do Curso de Saneamento Ambiental do Instituto Federal de Sergipe, integrante da coordenação de Educação Ambiental da Companhia de Saneamento de Sergipe DESO, e-mail: roseaju106@gmail.com

3 Estagiária do Curso de Saneamento Ambiental do Instituto Federal de Sergipe, integrante da coordenação de Educação Ambiental da Companhia de Saneamento de Sergipe DESO, e-mail: suzanasantos10@hotmail.com

RESUMO: A Companhia de Saneamento de Sergipe DESO, reafirma seu compromisso em promover a qualidade de vida à população sergipana. Isso é alcançado por meio de iniciativas que fomentam os princípios do desenvolvimento sustentável, os quais estão embasados dentro do Plano de Educação Ambiental (PEA) da empresa DESO, por meio de seus programas e ações. Nessa expectativa, destaca-se o programa “A Escola vem a DESO”, oferecendo visitas técnicas orientadas e supervisionadas, para instituições de ensino técnico e de graduações. Nas estações de tratamento (ETA e ETE), é possível experimentar todos os conhecimentos pertinentes à área apresentada. Desta forma, o objetivo deste estudo é examinar as contribuições derivadas da análise SWOT, utilizando as respostas dos questionários de avaliação aplicados durante as visitas técnicas. Com base em 60 respostas, configuradas como feedback de cada ação, pode-se explorar as contribuições dos participantes à luz da análise SWOT, como mensuração dos dados para o método proposto. Com a compreensão dos dados apontados nos questionários de avaliação é possível planejar estrategicamente para atender às necessidades da empresa de forma mais eficaz. Portanto, a Companhia de Saneamento de Sergipe, DESO, é uma importante promotora de causas socioambientais por meio de suas ações..

Palavras-chave: Água; Esgoto; Educação Ambiental; Visitas Técnicas; Análise SWOT.

INTRODUÇÃO

Hoje, empresas em todo o mundo estão adotando práticas ambientais em seus processos corporativos, buscando demonstrar um desempenho eficiente de gestão sustentável e mitigar potenciais riscos à sociedade. Nesse contexto, a Companhia de Saneamento de Sergipe DESO, reafirma seu compromisso em promover a qualidade de vida à população sergipana. Isso é alcançado por meio de iniciativas que fomentam os princípios do desenvolvimento sustentável, os quais estão embasados dentro do Plano de Educação Ambiental (PEA) da empresa (DESO, 2022).

A DESO tem como responsabilidade primordial fornecer serviços essenciais de tratamento e distribuição de água, além da coleta e tratamento de esgoto. Paralelamente, a empresa se empenha em disseminar práticas de educação ambiental por meio de programas que

incorporam valores socioambientais à comunidade.

Nessa expectativa, destaca -se o programa “ A Escola vem a DESO”, oferecendo visitas técnicas orientadas e supervisionadas, para instituições de ensinos técnico e de graduação. Estas visitas, têm como objetivo, proporcionar uma experiência prática e educativa, visando estimular a educação e incentivar a investigação acadêmica, permitindo que os estudantes conheçam de perto as estações de tratamento de água e esgoto, bem como a barragem do Rio Poxim e a Captação da Adutora do Rio São Francisco, ADUFS.

O objetivo deste estudo é examinar as contribuições derivadas da análise SWOT, utilizando as respostas dos questionários de avaliação aplicados durante as visitas técnicas. A Partir dos dados analisados foram trabalhados indicadores para a aplicação do método proposto.

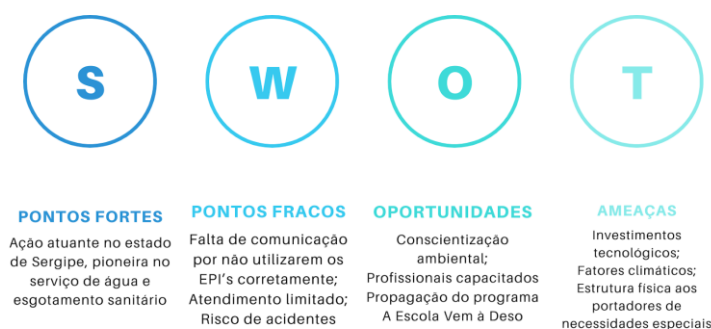
METODOLOGIA

Para a elaboração do presente artigo , foi necessário fazer uma pesquisa através de conteúdos retirados dos questionários de avaliação que foram aplicados para os participantes das ações promovidas nos anos de 2023. Com base em 60 respostas, configuradas como feedback de cada ação, pode-se explorar as contribuições dos participantes à luz da análise SWOT, como mensuração dos dados para o método proposto.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao observar todas etapas de realização do programa A ESCOLA VEM A DESO, sob a ótica da análise SWOT, foi identificado os pontos fortes e fracos que compõem essa matriz. Foi analisada as práticas operacionais da DESO dispostas a visitação, com base na na ferramenta em estudo, a partir dos dados extraídos dos questionários de avaliação aplicados no período de 2023, conforme Figura 1.

Figura 1. Composição da Matriz SWOT



Fonte: Autores, 2024

A oportunidade de abrir as unidades operacionais da empresa para visitação, foi acolhido de forma positiva pelos participantes e pontuado como força pelos autores, uma vez que a DESO possui Estações de Tratamento de Água (ETA 's) a serviço do programa. Essas instalações oferecem uma oportunidade educativa aos participantes do programa "A ESCOLA VEM A DESO", permitindo o aprendizado sobre o processo de tratamento de água e esgoto, além de destacar o papel crucial do trabalho desenvolvido para a comunidade e o meio ambiente. É importante ressaltar que a DESO é a única empresa que oferece esse serviço em Sergipe.

Outro fator de grande relevância foi o tratamento dado aos participantes pela equipe da empresa, composta por um grupo interdisciplinar, especialmente no contexto da educação ambiental, onde é promovida a sensibilização para o uso correto das boas práticas ligadas ao saneamento. Os profissionais possuem habilidades, conhecimentos e experiências possíveis para desempenhar suas funções com excelência, contribuindo para o sucesso das operações.

A DESO investe em tecnologias e sistemas automatizados para realizar tarefas de forma autônoma, aumentando a eficiência e reduzindo erros. Embora as estações que recebem as visitas não sejam ainda totalmente automatizadas, esses investimentos demonstram o compromisso da empresa com a modernização do sistema operacional e acompanhamento das tecnologias pertinentes para essa finalidade. Fato relatado no material avaliativo.

Além disso, melhorias foram implementadas, como a oferta de informações por meio de QR CODE nos questionários de avaliação, visando melhorar o acesso e a precisão das informações fornecidas aos participantes, garantindo uma experiência mais completa e informativa durante as visitas.

Como oportunidades, as visitas técnicas oferecidas pela DESO representam uma ocasião

valiosa para estudantes de instituições de ensino técnico e de graduação expandirem seus conhecimentos. Ao explorar as Estações de Tratamento de Água (ETA) e de Esgoto (ETE), os alunos podem aplicar suas habilidades práticas e compreender melhor os processos de tratamento e distribuição de água, bem como a gestão adequada de esgoto, e sua relevância para a comunidade e o meio ambiente. Essa experiência enriquecedora contribui para uma consciência mais ampla das questões socioambientais, além de fortalecer a formação acadêmica e profissional dos participantes.

Desde 2020, a DESO tem sido reconhecida consecutivamente com o SELO ODS e o PRÊMIO BOAS PRÁTICAS por suas iniciativas socioambientais. Esses reconhecimentos estão alinhados com as metas da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável da ONU, promovendo uma sociedade mais justa e equilibrada nos aspectos social e ambiental. A DESO, por meio dos programas da CEAM/GESA, contribui para vários Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, incluindo educação de qualidade (ODS 4), água potável e saneamento (ODS 6) e vida na água (ODS 14), entre outros (DESO, 2024).

Embora a DESO seja a única empresa em Sergipe a ofertar visitas às estações de tratamento, as condições em que essas ações ocorrem são desafiadoras devido a fatores incontornáveis. Dessa forma foi identificado como ameaça às estruturas físicas das estações antigas e a demanda da população por água potável e tratamento de águas residuais é constante, o que dificulta a manutenção adequada, já que o sistema opera 24 horas por dia. Além disso, o clima interfere, pois os locais de inspeção são descampados e ficam vulneráveis às condições climáticas, especialmente durante os períodos de chuva. Por questões de segurança, as visitas às estações são impedidas em casos de eventos naturais que possam colocar em risco a integridade física dos colaboradores e do público em geral. Vale ressaltar que embora o programa não tenha restrições físicas para atender a pessoas com necessidades especiais, a estrutura física das unidades operacionais da Companhia não são adequadas para esse fim, pois faltam rampas, pisos táteis e profissionais capacitados para lidar com esse público.

A partir dos dados extraídos do questionário de avaliação, os autores identificaram como fraqueza a escassez de pessoal como um fator interno negativo para a Empresa, devido à alta rotatividade de terceirizados e ao crescimento dos serviços oferecidos. Nesse contexto, a realização de um concurso público poderia ampliar o quadro de profissionais capacitados para lidar eficientemente com todas as solicitações e demandas. Além disso, foi observado que a manutenção das áreas operacionais, conforme apontado no questionário, requer investimentos financeiros e mão de obra qualificada, recursos atualmente estagnados devido ao quadro de funcionários insuficiente para atender às necessidades mencionadas.

CONCLUSÕES

Com base nas informações fornecidas e analisadas, foi possível estabelecer indicadores que podem determinar o sucesso ou os pontos fracos do projeto. Entre os possíveis fatores de fracasso estão a falta de colaboradores, a ineficiência causada pela falta de infraestrutura em períodos de chuva e a necessidade de investimentos em tecnologia para melhorar os serviços. Por outro lado, indicadores de sucesso incluem a exclusividade nos serviços prestados, o acolhimento por parte dos técnicos da empresa e a disseminação da conscientização ambiental.

A partir da análise SWOT realizada no programa “ESCOLA VEM A DESO”, foi possível identificar oportunidades, fraquezas, forças e ameaças relacionadas à realização das ações. Com a compreensão dos dados apontados nos questionários de avaliação é possível planejar estrategicamente para atender às necessidades da empresa de forma mais eficaz. Portanto, a Companhia de Saneamento de Sergipe, DESO, é uma importante promotora de causas socioambientais por meio de suas ações..

REFERÊNCIAS

COMPANHIA DE SANEAMENTO DE SERGIPE DESO. **Programa Especiais**. Disponível em <<https://www.deso-se.com.br/menu/programas-especiais>>. Acesso em 03 de maio de 2024.

COMPANHIA DE SANEAMENTO DE SERGIPE DESO. **Plano de Educação Ambiental da Companhia de Saneamento de Sergipe DESO (PEA)**. Aracaju: DESO, 2022.

Área: Geoprocessamento aplicado aos Recursos Hídricos

USO DE SENSORES ORBITAIS NA COBERTURA DE FONTES HÍDRICAS E ANÁLISE PRELIMINAR HIDROGEOLÓGICA NA BACIA DO AÇUDE CAMARÁ, PARAÍBA

Jana Yres Barbosa de Sousa¹; André Luiz Soares Velozo¹; Gustavo Fernando Santos¹; Danilo
Ericksem Costa Cabral¹; Bruno José de Macedo Silva Leite²

¹Setor de Recursos Hídricos, Campina Grande, AESA-Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba – Campina Grande/PB.

²Gerência Executiva de Operação de Mananciais, Agência Executiva de Gestão das Águas da Paraíba, Av. Duarte da Silveira, S/N, Anexo ao DER - Torre, João Pessoa/PB,

E-mail: jana@aesapb.gov.br; andrevelozo@aesapb.gov.br;
gustavo@aesapb.gov.br; danilo@aesapb.gov.br; bruno@aesapb.gov.br.

E-mail do autor correspondente: jana@aesapb.gov.br

RESUMO:

O açude de Nova Camará concentra-se numa região em que a cobertura geológica e morfológica é bastante acidentada, sendo necessário estudos que indiquem áreas mais vulneráveis a problemas de cobertura hídrica das redes de drenagem, principalmente localizados na área que abrange a bacia de contribuição do reservatório e o seu entorno, do rio Mamanguape. A utilização de ferramentas do Geoprocessamento e do Sensoriamento Remoto, muito contribuiu para identificação e monitoramento de áreas com maiores distribuição de corpos hídricos ao longo dos afluentes com o riacho Riachão, o Amarelo e o rio Camará. No ano de 2018, pós prolongada estiagem, se observou, através do mapeamento temático, cerca de 128 pontos de fontes hídricas, sendo essas pequenos açudes ou lagos, e após 4 anos, em 2023, a quantidade de pequenos represamentos aumentaram para 295 corpos hídricos, o que resulta num aumento do desequilíbrio dos cursos dos rios e consequentemente problemas no aporte hídrico da barragem da área de estudo.

Palavras-chave: Rios; Corpos hídricos; Sensores orbitais; Geoprocessamento.

INTRODUÇÃO

A importância da água de boa qualidade nos sistemas aquíferos, e na conjuntura de uma bacia hidrográfica, torna-se atrativa para o desenvolvimento social e agrícola de pequenas, médias e grandes propriedades rurais. Porém, áreas que estão vulneráveis por excessos de escassez hídrica, como a região do Brejo paraibano, onde os regimes de chuva são irregulares (AESa, 2020), tornam-se desafiadoras para quem busca saídas usando os recursos naturais de maneira indiscriminada, comprometendo os perfis da rede de drenagem, acarretando em problemas ambientais sérios nos afluentes e efluentes, como poluições nos rios, construções indevidas (CAVALCANTE et al., 2017).

Os rios da Paraíba já possuem um histórico de ocupações nas suas margens, especificamente em áreas de represamento. O rio paraibano, o Mamanguape, especificamente na região do Brejo, se comporta como perene, no entanto, no trecho da Microrregião que alimenta o município de Alagoa Nova, se torna intermitente, sendo influenciado por um relevo de grande variabilidade topográfica (205m a 780m), (BARBOSA, 2006). O açude de Camará, mais recentemente chamado de Nova Camará, após seu rompimento em 2004, está regido pela Lei de nº 6.308/jun/1996, que institui a Política Estadual de Recursos Hídricos e atualmente é monitorado pela Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba.

As caracterizações físicas extraídas da bacia do Mamanguape, só foi possível através de estudos computacionais com a utilização de técnicas do Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento, em que o processamento contribui nas melhores interpretações da veracidade do ambiente, além do monitoramento espaço-temporal (PEGORARO et al., 2013).

A proposta do trabalho tem como objetivo identificar por meio de mapeamentos relativos ao ano de 2018 e 2023, as áreas de maiores usos das fontes hídricas que limitam os rios Camará e os riachos Riachão, e Amarelo, visando o monitoramento do comportamento da distribuição dos cursos dos rios como forma de corroborar com os planos de gestão dos recursos hídricos do Estado da Paraíba, por meio de uma análise hidrogeológica.

METODOLOGIA

A área de estudo compreende ao município de Alagoa Nova, mais precisamente, a localização da bacia de contribuição que alimenta do açude Nova Camará, onde se encontra na no Alto curso da bacia do rio Mamanguape (entre as latitudes 6°41'57" e 7°15'58" Sul e longitudes 34°54'37" e 36°00'00" a Oeste de Greenwich. A sua área de drenagem comporta uma extensão de 3.525,00 km² (CODEVASF, 2022).

Para análise geoespacial, utilizou-se de uma folha do IBGE (2013), (modelo hidrogeológico) e das imagens dos sensores MultiSpectral Instrument (MSI), do Sentinel-2B e 2A, com passagens entre os meses dos períodos menos chuvosos (06-06-2020 e 21-04-2023); arquivos de vetores para caracterização e processamento das redes de drenagem, adquiridos pelo site do GEOPORTAL da AESA. Para compreensão das fontes hídricas, foram necessários a utilização dos canais infravermelho (NIR) e dois canais do visível, para composição espectral de melhor ajuste nanométrico.

No ambiente do QGIS (versão 3.30), foram processadas as imagens do Sentinel, com

resolução de 10m (visível), e 20M (NIR), para gerar em falsa cor, níveis de ondas entre faixas que padronizam as detecções de água (650nm a 850nm) (ESA, 2015). Além disso, o recorte da área de estudo e as edições vetoriais (vetorização) dos *shapefiles* da ANA (2019), para compreensão da distribuição das fontes hídricas em meio as cursos d'água da bacia de contribuição.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando as condições das variabilidades pluviométricas, segundo a AESA (2020), na região que ocupa o reservatório de Nova Camará, os anos que antecederam ao escolhido do estudo, mostram um grande impacto hídrico ocorrido entre os anos de 2012 a 2016, com chuvas abaixo de 130mm durante esse tempo, resultando numa seca muito grave para a região, o que fez com que a população optasse por construções de pequenos açudes e várias perfurações de poços, no entorno da barragem de Nova Camará, que na época se encontrava com menos de 5% de sua capacidade hídrica. O perfil hidrogeológico da bacia do rio Mamanguape (Figura 1), aponta áreas de aquíferos de vazões muito baixas, onde nesse caso foi possível, através dos mapeamentos temáticos, das imagens do Sentinel, observar as condições de vários represamentos ao longo dos cursos do rio Camará e os riachos Amarelo e Riachão.

Figura 1. Recorte do mapeamento hidrogeológico do Nordeste, destacando a Paraíba.

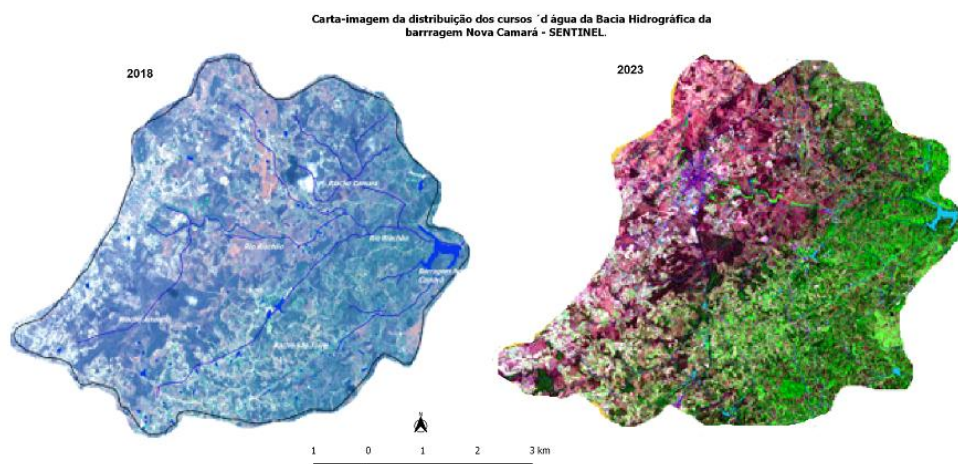


Fonte: IBGE, (2013).

A faixa nanométrica (680nm-760nm), da composição RGB (11,8A,4) de 2018 e RGB(9,8A,4) de 2023, de acordo com a Tabela 1 identificou no ano de 2018, para os respectivos trechos dos cursos dos rios, 128 pontos de fontes, já para o ano de 2023 (Tabela 2) o mapeamento temático apontou 295 pontos dessas fontes, distribuídos no entorno da bacia de contribuição da barragem (Figura 2) , o que resultou em apresentar o aumento de mais

vulnerabilidades e áreas agrícolas, envolvendo a barragem, em áreas já bastantes acidentadas topograficamente. Segundo os estudos de Cavalcante (2017), as fragmentações das matas ciliares, e aberturas de caminhos para a busca de água, resultaram aos afluentes da barragem de Camará, muitas mudanças no que diz respeito a aspectos erosivos e solos muitos expostos.

Figura 2. Imagens em composição de faixas em infravermelho correspondentes aos anos de 2018 e 2023.



Fonte: QGIS, (2023).

Tabela 1. Quantidade de pontos levantados das fontes hídricas encontradas no entorno da bacia de contribuição da barragem de Nova Camará, para o ano de 2018. Fonte: QGIS, 2023.

Rio correspondente	Quantidade das fontes
Rio Camará	09
Riacho Riachão	53
Riacho Amarelo	66
Total	128

Tabela2. Quantidade de pontos levantados das fontes hídricas encontradas no entorno da bacia de contribuição da barragem de Nova Camará, para o ano de 2023. Fonte: QGIS, 2023.

Rio correspondente	Quantidade das fontes
Rio Camará	27
Riacho Riachão	118
Riacho Amarelo	150
Total	295

CONCLUSÕES

Os mapeamentos temáticos gerados através das respostas espectrais dos sensores do Sentinel em faixas de infravermelho, apresentaram a distribuição dos cursos d'água cheios de fontes hídricas, o que corresponde a uma situação de aumento de represamentos ao longo de 4 anos e maior necessidade de busca por água, por parte da população local, resultado claro da prolongada estiagem dos anos anteriores correspondentes. Geomorfologicamente a área da bacia é bastante acidentada, justamente onde foram encontrados acúmulos de água em pequenas fontes, como barreiros e pequenos açudes ao longo da rede de drenagem, à montante do reservatório. Todos os efeitos pela busca de água e segurança hídrica refletem na desconstrução e desequilíbrio da bacia hidrográfica. Por isso a necessidade, portanto, de uma análise hidrogeológica mais detalhada para compreensão da complexidade dos médios níveis da barragem de Nova Camará.

REFERÊNCIAS

- ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUA. Metadados (massas de água), 2019. Disponível em: <<https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/7d054e5a-8cc9-403c-9f1a-085fd933610c>>. Acesso em :13 mai. 2024.
- AESA - AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS DA PARAÍBA. Boletins Meteorológicos, 2020. Disponível em: <<http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/boletins-meteorologia/>>. Acesso em: 09 mai. 2024.
- BARBOSA, F. de A. dos R. Medidas de proteção e controle de inundações urbanas na bacia do rio Mamanguape/PB. 2006.
- CAVALCANTE, M.B.; NETO, B.M.; SILVA, G.R.; SILVA, M.A.P.da. A BARRAGEM CAMARÁ SOB OS IMPACTOS DA DESTRUIÇÃO E RECONSTRUÇÃO: UM ESTUDO ESPAÇOTEMPO ENTRE 2004/2014. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 4, p. 215-228, 2017.
- Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba – CODEVASF. Caderno de caracterização: estado da Paraíba. (Org.) Renan Loureiro Xavier Nascimento ... [et al.]. – Brasília, DF : Codevasf, 2022.129p.
- EUROPEAN SPACE AGENCY -ESA. Sentinel-2 User Handbook Document.Technical Report issue 1 revision 2. : European Space Agency .Disponível em : <<https://browser.dataspace.copernicus.eu/>>. Acesso em: 10 mai.2024.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Mapa Hidrogeológico Região Nordeste.2013. Disponível em: <https://geofp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/geologia/levantamento_hidrogeologico_e_hidroquimico/mapas/regionais/nordeste_hidrogeologico.pdf>. Acesso em: 13 mai.2024.
- PEGORARO, A. J., GUBIANI, J. S., PHILIPS, J. W. Veículo aéreo não tripulado: uma ferramenta de auxílio na gestão pública. In Proc. Symp. Argentine of Informatics and Law, 177-187.2013.

Área: Uso Sustentável da Água

USO SUSTENTÁVEL DOS RECURSOS HÍDRICOS DA JAPUNGU AGROINDUSTRIAL, NO MUNICÍPIO DE SANTA RITA - PB

Demilson Lemos de Araújo¹; Maria Betania Silva dos Santos²; Laudízio da Silva Diniz³

¹Secretaria de Estado do Desenvolvimento da Agropecuária e da Pesca, João Pessoa, E-mail:

varzeasdesousa@gmail.com

²Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba, João Pessoa, E-mail: betania@aespa.pb.gov.br

³Companhia de Águas e Esgoto da Paraíba, João Pessoa, E-mail: laudizio@cagepa.pb.gov.br

E-mail do autor correspondente: betania@aespa.pb.gov.br

RESUMO: O presente estudo aborda a prática da Japungú Agroindustrial no uso sustentável dos recursos hídricos, a segunda maior usuária de água na Paraíba, sediada em Santa Rita - PB. A empresa implementou diversos programas ambientais para supervisionar, registrar e controlar suas operações e impactos ambientais, visando obter certificações de produção sustentável de cana-de-açúcar e derivados. Destaca-se o programa de gestão de recursos hídricos da empresa, que investe fortemente no uso eficiente da água, modernizando o sistema de irrigação e promovendo o reúso de água residuária do empreendimento. Sendo assim, destaca-se neste trabalho os programas e iniciativas ambientais da empresa, além de avaliar a demanda atual por recursos hídricos e seu uso sustentável. Para isso, realizou-se uma pesquisa com base em revisão bibliográfica sobre o uso sustentável de recursos hídricos associado com levantamento de dados sobre o uso da água e os programas ambientais da empresa. Observou-se avanços significativos na modernização do sistema de irrigação, resultando em maior eficiência no uso da água e aumento significativo na produtividade da cana-de-açúcar.

Palavras-chave: Irrigação Eficiente; Recursos Hídricos; Sustentabilidade.

INTRODUÇÃO

O termo sustentabilidade, derivado do conceito Brundtland (BRUNDTLAND, 1987) para desenvolvimento sustentável, permite várias compreensões. De acordo com a UNESCO (2019), o conceito abrange uma variedade de estratégias, como a gestão integrada dos recursos hídricos, que considera a água, a terra e os recursos relacionados de maneira holística; e práticas de conservação que envolvem tanto a tecnologia quanto o comportamento humano. Adicionalmente, o uso sustentável também foca em fortalecer a capacidade técnica, institucional e legal dos países para lidar com os desafios hídricos.

A água, apesar de ser um bem comum, passou a ter um valor econômico, tornando-se possível a cobrança pelo seu uso. Este instrumento “Além de ser o principal meio de gerar recursos para a gestão da água em cada bacia, a cobrança seria a chave para a sustentabilidade

de um novo sistema decisório descentralizado e participativo” (ABERS; JORGE, 2005, p. 2).

No Estado da Paraíba, a cobrança pelo uso da água bruta foi instituída pela Lei Estadual nº 6.308/96 e alterações posteriores, como um instrumento de gerenciamento de recursos hídricos. Foi regulamentada pelo Decreto Estadual nº 33.613 de 14 de dezembro de 2012 no qual se estabelece a cobrança pelo uso dos recursos hídricos nas bacias hidrográficas de domínio estadual (DOS SANTOS *et al.*, 2023).

O uso eficiente da água de irrigação pode ser alcançado atuando-se: a) na estrutura de irrigação então existente, em termos de tipos de cultivo, sistemas de irrigação e gestão do uso de água; b) nos métodos de manejo da irrigação e c) nas técnicas que permitem aumento da eficiência do uso da água (COELHO, 2005). Dentre os sistemas de irrigação conhecidos, destaca-se a irrigação por gotejamento, devido a sua maior capacidade de eficiência do uso da água na agricultura, aplicando-se a lâmina somente na região da zona radicular das culturas, em pequenas intensidades, com alta frequência de aplicação (turno de rega chegando a quatro dias), mantendo-se a umidade do solo em torno da capacidade de campo (BERNARDO, 2008).

Neste sentido, o objetivo do presente trabalho é relatar a importância dos programas e iniciativas ambientais desenvolvidos pela empresa sucroalcooleira para a sustentabilidade no uso da água e enfatizar a demanda dos recursos hídricos atual e o uso eficiente da água com a modernização do sistema de irrigação e o reuso de água residuária.

METODOLOGIA

O método de pesquisa utilizado para realização deste trabalho foi um estudo bibliográfico exploratório, com abordagem qualitativa, enfatizando a demanda dos recursos hídricos atual e o uso eficiente da água com a modernização do sistema de irrigação e o reuso de água. Esta pesquisa foi realizada através da leitura da legislação acerca do tema, consultas a artigos científicos, publicações em revistas e periódicos, além de Plano de Gestão Ambiental (PGA) da empresa sucroalcooleira e entrevista de profissionais técnicos da empresa e outros que puderam agregar valor ao estudo, sendo comparados e analisados com os objetivos e a fundamentação teórica, visando responder sobre qual a importância dos programas e iniciativas ambientais desenvolvidos pela empresa para a sustentabilidade no uso da água.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com o Relatório de Gestão Ambiental 2023 (JAPUNGU AGROINDUSTRIAL, 2023), os principais programas e iniciativas ambientais identificados na empresa foram: Gestão de resíduos sólidos; Proteção do solo; Controle e monitoramento de

emissões atmosféricas; Preservação da fauna; Preservação da flora; Gestão de recursos hídricos, dentre outros. A empresa possui diversas certificações voltadas à sustentabilidade, dentre as quais podemos citar: Compromisso Nacional (2012); Proterra (2016); CARB (2018); Renovabio (2020); e Bonsucro (2023).

O estudo focou em analisar o programa de gestão de recursos hídricos desenvolvido pela empresa com vistas à sustentabilidade no uso da água, destacando a modernização dos sistemas de irrigação e o reuso de água residuária.

Dos 27.459 hectares cultivados pela empresa, 8.089 hectares (29,45%) são áreas de irrigação por gotejamento subsuperficial. Atualmente essa é a 2ª maior área de gotejamento subsuperficial em cana-de-açúcar em todo o Brasil. Para modernização do sistema de irrigação, a empresa investiu cerca de R\$ 18.000,00 (dezoito mil reais) por hectare, totalizando, até então, investimento em gotejamento da ordem de R\$ 145.000.000,00 (cento e quarenta e cinco milhões de reais).

Apesar de solos predominantemente arenosos e de baixa fertilidade natural, as áreas de gotejamento da unidade têm uma produtividade média histórica de 103,12 ton./ha. Quando comparamos a média histórica da unidade com a média histórica das áreas de gotejamento, pode-se observar que o retorno do investimento feito em projetos de irrigação por gotejamento subsuperficial é bem satisfatório para a unidade, tendo um acréscimo de 40 ton./ha nas áreas de gotejamento, amortizando o investimento já no quarto ano de cultivo.

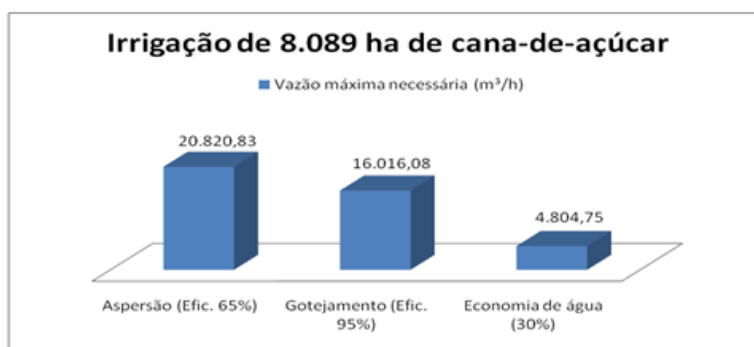
A vazão máxima dimensionada para os projetos de gotejo foi de 16.016,02 m³/h para o atendimento de uma área de 8.089,53 hectares de cana-de-açúcar, importando uma vazão máxima de 0,55 l/s/ha, considerada uma vazão de uso eficiente da água em face da exigência da cultura em solo arenoso.

Com uma eficiência de irrigação média de 95% no gotejamento subsuperficial e uma média de 65% na irrigação por aspersão (canhão e convencional), a empresa, com a modernização do sistema de irrigação, melhoram em 30% a eficiência do uso da água de irrigação.

De acordo Coelho (2005), a elevação na eficiência do uso da água na irrigação em apenas 5% representaria um volume de 1.282 litros por milímetro (10.000 litros) demandado pela cultura por hectare irrigado que deixaria de ser retirado da fonte d'água.

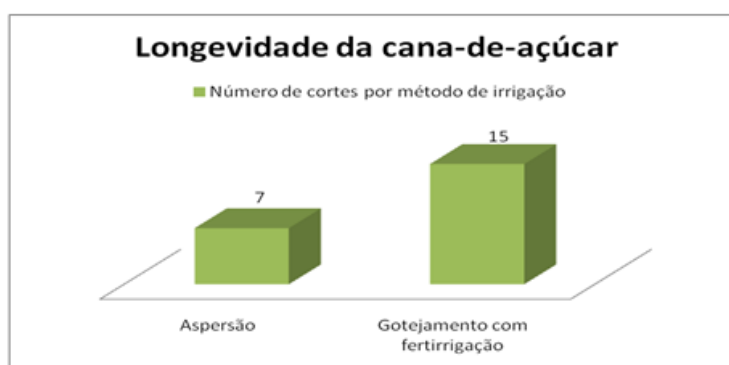
Considerando uma vazão máxima no consumo de água de 16.016,02 m³/h com eficiência de 95% no gotejamento subsuperficial, teríamos um consumo de 20.820,83 m³/h no sistema por aspersão (canhão e convencional) com eficiência de 65%, o que gera uma economia de 30%, correspondente a uma vazão de 4.804,75 m³/h (Figura 1).

Figura 1: Economia na vazão de água com a modernização da irrigação.



Outro importante ganho com a implantação da irrigação por gotejamento foi a longevidade da cultura (Figura 2), passando de 6 a 7 cortes nas áreas de irrigação convencional para 15 ou mais cortes para renovação do canavial. A área do projeto piloto implantado pela empresa há 15 anos, mantém alta produtividade (acima de 100 ton./ha) e ainda não foi renovado.

Figura 2: Longevidade da cana-de-açúcar sob irrigação.



CONCLUSÕES

Tendo em vista os aspectos apresentados nesse estudo e levando em conta o que foi observado, os principais benefícios proporcionados pelos programas e iniciativas ambientais para a sustentabilidade no uso da água são: a) A conservação do solo; b) Maior eficiência no uso da água com a modernização do sistema de irrigação; c) Redução na renovação do canavial nas áreas com sistema de irrigação por gotejamento subsuperficial; d) Aumento significativo da produtividade nas áreas com sistema de irrigação por gotejamento subsuperficial; e) redução do consumo de água bruta com o reuso da água residuária.

Desta forma, conclui-se que a manutenção dos programas e iniciativas ambientais desenvolvidos pela empresa é de suma importância para a sustentabilidade no uso da água, objetivando assim, resultados satisfatórios na produção e produtividade da cultura da cana-de-

açúcar, tornando a empresa mais competitiva e sustentável, atingindo os resultados que foram planejados.

REFERÊNCIAS

- ABERS, R. N.; JORGE, K. D. **Descentralização da gestão da água**: por que os comitês de bacia estão sendo criados? Ambiente & Sociedade, v. VIII, n. 2, p. 1-26, 2005.
- BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de Irrigação**. 8ª ed. atu. e ampli. Viçosa: UFV, imprensa universitária, 2008, 625 p.
- BRUNDTLAND. **Relatório Brundtland**: nosso futuro comum. Comissão Brundtland, 1987.
- COELHO, Eugênio Ferreira; COELHO FILHO, Maurício Antônio; OLIVEIRA, SL de. **Agricultura irrigada**: eficiência de irrigação e de uso de água. Bahia Agrícola, v. 7, n. 1, p. 57-60, 2005.
- DOS SANTOS, M. B. S.; DE ARAÚJO, D. L.; DA SILVA, D. M. T.; DA SILVA, M. L.; DINIZ, L. S. **O Instrumento de Cobrança pelo Uso da Água Bruta na Paraíba Frente aos Custos Envolvidos nos Programas Previstos no Novo Plano Estadual de Recursos Hídricos**, XXV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos (ISSN 2318-0358), 2023.
- JAPUNGU AGROINDUSTRIAL. **Relatório de Gestão Ambiental 2023**. Disponível em: https://www.japunguagroindustrial.com/_files/ugd/378371_107d780a64374bba918eb54283f91c18.pdf. Acesso em: 20 abr. 2024.
- UNESCO, World Water Assessment Programme; KONCAGÜL, E.; TRAN, M.; CONNOR, R.; UHLENBROOK, S. **Relatório mundial das Nações Unidas sobre desenvolvimento dos recursos hídricos 2019**: não deixar ninguém para trás, resumo executivo. 2019.

Área: Geoprocessamento aplicado aos Recursos Hídricos

VARIABILIDADE ESPACIAL DA PRECIPITAÇÃO EM UMA BACIA HIDROGRÁFICA DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Maria Mirella de Souza Gonçalves¹; Carolyne Wanessa Lins de Andrade Farias²

¹Professora Adjunta, Departamento de Geociências, Centro de Ciências Exatas e da Natureza, Universidade Federal da Paraíba, Campus I Lot. Cidade Universitária, PB, 58051-900. E-mail: carolyne.andrade@academico.ufpb.br

²Graduanda 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

RESUMO: O semiárido brasileiro é conhecido pelo enfrentamento de grandes secas que afetam a produtividade e a qualidade de vida regional. O estudo da distribuição espacial da precipitação se configura como uma estratégia importante para o entendimento de como cada área é afetada pelos eventos extremos. Objetiva-se analisar a variabilidade espaço-temporal da precipitação em uma bacia hidrográfica do semiárido do Nordeste brasileiro (NEB). Foram selecionados 17 postos pluviométricos a partir de dados disponíveis na Plataforma HidroWeb da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) para os anos de 2011 e 2012. Os dados foram manipulados no Quantum GIS (QGIS) versão 3.22.10, com a utilização da ferramenta de interpolação *Inverse Distance Weighted* (IDW). No ano de 2011, a precipitação acumulada foi de 961,8 mm, com regiões de maior concentração de chuvas nas partes oeste e sul da bacia. O ano de 2012 apresentou precipitação acumulada de 222,9 mm, com uma pequena porção no sul da bacia apresentando maiores valores. O Sistema de Informação Geográfica (SIG) e a utilização da técnica de interpolação se apresentaram como ferramentas de grande utilidade para analisar a variabilidade espaço-temporal da precipitação, proporcionando, desta forma, a criação de estratégias para enfrentar situações de eventos extremos na região.

Palavras-chave: Bacia hidrográfica; IDW; Interpolação; Precipitação; Rio Taperoá; SIG.

INTRODUÇÃO

O conhecimento acerca da variabilidade espaço-temporal de variáveis climáticas é de grande importância não somente para o planejamento de recursos hídricos, mas também para a tomada de decisões nos mais diversos setores da economia, como a agropecuária e a construção civil (JANGARELLI et al., 2022).

Em meio à imprevisibilidade atrelada às mudanças climáticas, torna-se ainda mais crítica a necessidade de identificar padrões de variáveis climáticas como a precipitação (NÓBREGA et al., 2015). Estudos do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN) e do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) realizados em 2020 alertam para o aumento de regiões áridas no Brasil, fator de especial atenção

para as áreas de clima semiárido que estão mais suscetíveis a enfrentar períodos de déficit hídrico.

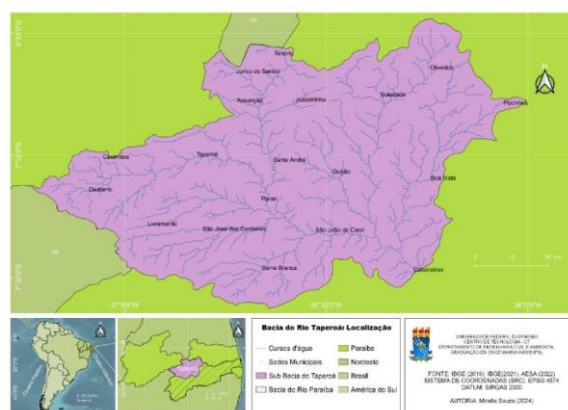
Diante disso, técnicas envolvendo dados de estações pluviométricas juntamente com a capacidade analítica e dos softwares de Sistemas de Informações Geográficas (SIG's) podem oferecer uma via de estudar quantitativa e graficamente as distribuições das variáveis na área de estudo desejada. Por meio de técnicas de interpolação é possível estimar um parâmetro para o qual não existe informações disponíveis (SOUZA et al, 2011), contribuindo para criar mapas temáticos que representam a maneira com que cada área foi afetada pelos eventos considerados. Sendo assim, a presente pesquisa objetiva analisar a variabilidade espaço-temporal da precipitação em uma bacia hidrográfica do semiárido do Nordeste brasileiro (NEB), considerando um ano seco e um ano chuvoso, utilizando técnicas de interpolação e a partir de software de Sistema de Informação Geográfica (SIG).

METODOLOGIA

Área de estudo

A bacia hidrográfica do Rio Taperoá está localizada no Estado da Paraíba, região semiárida do Nordeste do Brasil (Figura 1). De acordo com Alves (2020), a bacia ocupa 10,04% do território paraibano drenando uma área aproximada de 5.688,25 km² e recebe contribuições dos rios São José dos Cordeiros, Floriano, Soledade, e Boa Vista e dos riachos Carneiro, Mucum e da Serra (CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DA PARAÍBA, 2004).

Figura 1. Localização da bacia hidrográfica do Rio Taperoá, semiárido do NEB



Aquisição, processamento e análise dos dados de precipitação

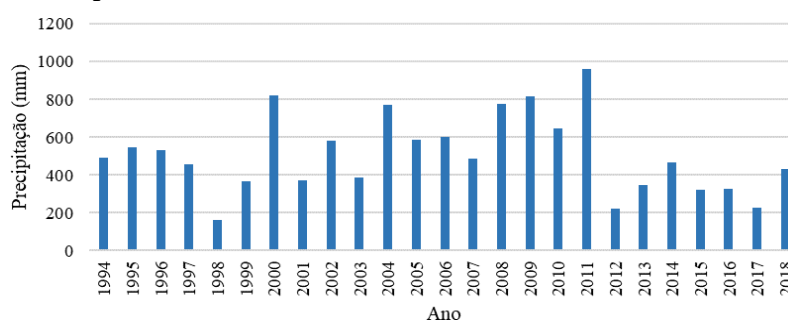
Foi realizado um levantamento das séries históricas dos postos pluviométricos inseridos dentro e circunvizinhos à bacia hidrográfica do Rio Taperoá, a partir de dados disponíveis na Plataforma HidroWeb da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), integrante do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH), que oferece o acesso ao banco de dados que contém todas as informações coletadas pela Rede Hidrometeorológica Nacional (RHN). A partir da consulta, foram selecionados 17 postos pluviométricos para o presente estudo, considerando dados diários de precipitação para os anos de 2011 (ano úmido) e 2012 (ano seco). É necessário mencionar que a base de dados de alguns postos apresentava falhas.

Posteriormente, os dados foram tratados no Excel® para organização e criação de gráficos e tabelas para serem utilizados e manipulados no Quantum GIS (QGIS) versão 3.22.10, um software baseado em Sistema de Informação Geográfica (SIG) de livre distribuição. O software QGIS dispõe de ferramentas para a manipulação de dados espaciais, e, dentre elas, destaca-se o método de interpolação *Inverse Distance Weighted* (IDW). A partir deste método, é possível atribuir correlação dos valores quanto mais próximo um ponto estiver do outro (VARELLA e JUNIOR, 2008). Por atribuir maior peso para as amostras mais próximas, torna-se viável estabelecer as estimativas dos eventos meteorológicos para as localidades onde não existem fontes de medição.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

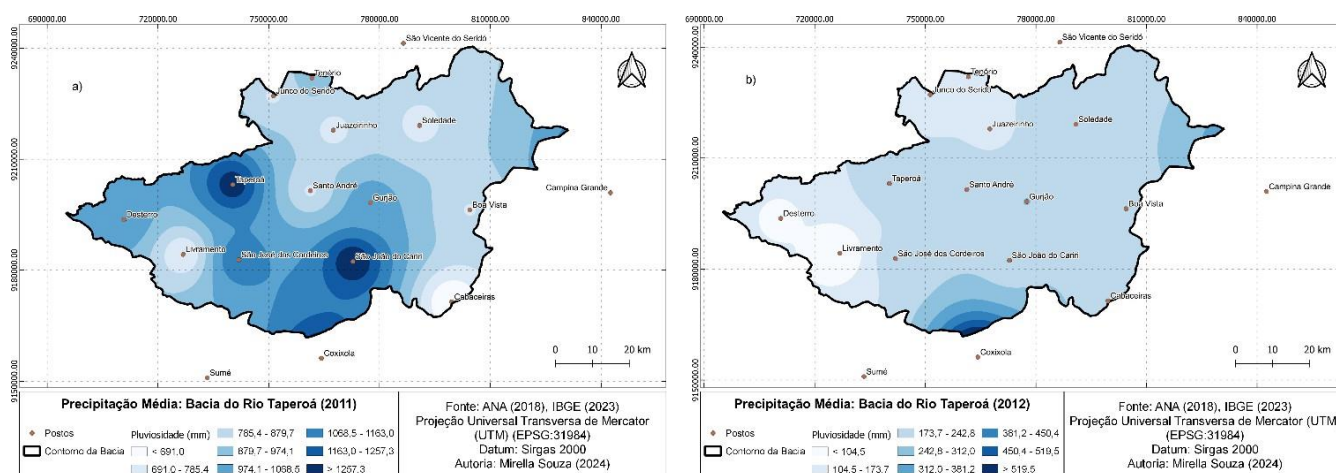
A precipitação média anual (1994-2018) dos 17 postos pluviométricos da bacia hidrográfica do Rio Taperoá é apresentada na Figura 2. Verifica-se a presença de anos marcados por abundância de chuvas (2000, 2009 e 2011, por exemplo) e também anos marcados por uma grande escassez hídrica (1998 e 2012, por exemplo).

Figura 2. Precipitação média anual (1994-2018) dos 17 postos pluviométricos da bacia hidrográfica do Rio Taperoá



Os mapas com a variabilidade espacial da precipitação média (mm) anual para os anos de 2011 e 2012 da bacia hidrográfica do Rio Taperoá, obtidos a partir do processo de interpolação, são apresentados na Figura 3. No ano de 2011 (Figura 3a), a precipitação acumulada foi de 961,8 mm, com chuvas variando entre 691 mm e 1.257,3 mm ao longo da região. Observa-se que as regiões com maior concentração de chuvas encontram-se nas partes oeste e sul da bacia, com valores de chuva acima de 1.000 mm, principalmente próximo aos municípios de Taperoá e São João do Cariri. Os menores valores estão abaixo dos 700 mm e se encontram na porção leste da bacia, destacando-se os municípios de Juazeirinho e Soledade. Há ainda, regiões de baixos valores de precipitação nos municípios Livramento e Cabaceiras, localizados nas porções oeste e sul da bacia, respectivamente.

Figura 3. Precipitação média (mm) anual para os anos de 2011 e 2012 da bacia hidrográfica do Rio Taperoá



Contrapondo-se a 2011, que pode ser considerado como um ano chuvoso, também foi analisada a interpolação para 2012 (Figura 3b), ano marcado por uma grande seca no Nordeste do Brasil. No ano de 2012, a precipitação acumulada foi de 222,9 mm, com chuvas variando entre 104,5 mm e 519,5 mm ao longo da bacia. Nota-se que precipitação mais alta deste ano (519,5 mm) foi menor do que a metade do maior valor observado em 2011 (1.257,3).

A porção sul da bacia continuou com o maior volume de chuva no ano de 2012 com destaque para os maiores valores de precipitação próximos ao município de Coxixola. Entretanto, os municípios Taperoá e São João do Cariri, que haviam sido destaque de maiores valores no ano anterior, apresentaram valores menores no ano de 2012. Destaca-se também a porção oeste, que se mostrou com altos valores em 2011, apresentando valores baixos em 2012. De maneira geral, no ano de 2012, a bacia apresentou distribuição espacial da precipitação mais

constante e uniforme (e com valores baixos) quando comparada com a variabilidade do ano de 2011.

Marengo et al. (2016) estudando a seca de 2012-15 no semiárido do Nordeste do Brasil, sugeriram que os primeiros indícios tenham sido observados em 2010, com 2011 sendo um ano atípico com chuvas acima da média, voltando a apresentar déficit hídrico em 2012 – desta vez de forma crítica – com relativa constância até 2015. Esse padrão de chuvas também foi observado nos anos 2011 e 2012 na bacia hidrográfica do Rio Taperoá.

CONCLUSÕES

O presente artigo mostra a discrepância e a variabilidade espaço-temporal do volume precipitado em um ano de cheia (2011) e um ano de seca (2012), onde verificou-se que no ano de 2011, a maior concentração de chuvas ocorreu nas partes oeste e sul da bacia estudada. No ano de 2012, apenas uma pequena porção no sul da bacia apresentou maiores valores, verificando-se uma variação espacial mais uniforme da precipitação neste ano.

O Sistema de Informação Geográfica (SIG) e a utilização da técnica de interpolação se apresentaram como ferramentas de grande utilidade para analisar a variabilidade espaço-temporal da precipitação na bacia hidrográfica do Rio Taperoá, proporcionando, desta forma, a criação de estratégias para enfrentar situações adversas (eventos extremos) em diferentes localidades, sobretudo quando a base de dados existente não contempla a região de forma satisfatória, aumentando a segurança hídrica regional.

REFERÊNCIAS

ALVES, J. S. **Zoneamento socioambiental da bacia hidrográfica do Rio Taperoá/PB: Fragilidades, potencialidades e classificação das unidades de paisagem.** 2020. Dissertação (Pós- Graduação em Geografia) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2020.

CEMADEN. **Estudo do CEMADEN e do INPE Identifica pela Primeira Vez a Ocorrência de Uma Região Árida no País.** Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. 14/11/2023. Disponível em: < <https://www.gov.br/cemaden/pt-br/assuntos/noticias-cemaden/estudo-do-cemaden-e-do-inpe-identifica-pela-primeira-vez-a-ocorrencia-de-uma-regiao-arida-no-pais>>.

Acesso em: 29 mar. 2024.

CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DA PARAÍBA. **Proposta De Instituição Do Comitê Da Bacia Hidrográfica Do Rio Paraíba.** Resolução nº1, de 31 de agosto de 2003. Março de 2004.

JANGARELLI, G. A.; JÚNIOR, J. B. C.; NASCIMENTO, M. C; **Variabilidade Espacial e Temporal da Precipitação Pluvial na Região Fisiográfica do Baixo São Francisco.** Revista de Geografia, Vol. 12, Nº 2, 2022. Disponível em: < <https://periodicos.ufjf.br/index.php/geografia/article/view/39226/25440>> Acesso em: 29 mar. 2024.

MARENGO, J.A.; CUNHA, A.P.; ALVES, L. M. **A seca de 2012-15 no semiárido do Nordeste do Brasil no contexto histórico.** Revista Climanalise, Edição Comemorativa de 30 anos, p. 49 – 54. 2016. Disponível em: < <http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/revista/pdf/30anos/marengoetal.pdf>> Acesso em: 03 mai. 2024.

NÓBREGA, R. S.; FARIAS, R. F. de L.; SANTOS, C. A. C dos. **Variabilidade temporal e espacial da precipitação pluviométrica em Pernambuco através de índices de extremos climáticos.** Revista Brasileira de Meteorologia [online]. 2015, v. 30, n. 2, pp. 171-180. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/0102-778620130624>>. ISSN 1982-4351. <https://doi.org/10.1590/0102-778620130624>. Acesso em: 29 Mar. 2024.

SOUZA, J. L. L. L.; GOMES, T. S.; DIAS, R. S.; OLIVEIRA, G. M. A.; SANTOS, R. L. **Avaliação de métodos de interpolação aplicados à espacialização das chuvas no território identidade Portal do Sertão / Bahia.** XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE p.4295.

Área: Monitoramento e Avaliação da Qualidade da Água

VARIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DAS CIANOBACTÉRIAS *Raphidiopsis raciborskii* E *Planktothrix agardhii* EM RESERVATÓRIO DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Maria Eduarda Dantas César¹; Laissa Lima do Nascimento¹; Tatiane Medeiros Queiroz¹; Cristilane Pereira da Silva²; Juliana dos Santos Severiano³; José Etham de Lucena Barbosa³

⁽¹⁾ Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, PB, Brasil; ⁽²⁾ Graduação em Ciências Biológicas, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, PB, Brasil; ⁽³⁾ Professor(a) do Departamento de Biologia, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, PB, Brasil; duda10dantas@gmail.com

RESUMO: O aumento das florações de cianobactérias nos reservatórios de abastecimento público está associada principalmente ao processo de eutrofização e mudanças climáticas, podendo afetar a qualidade da água e causar sérios riscos à saúde pública. Diante disso, o objetivo deste estudo é avaliar a variação espaço-temporal da biomassa das espécies *Raphidiopsis raciborskii* e *Planktothrix agardhii* e identificar fatores ambientais que influenciam a sua dominância e produção de cianotoxinas em reservatório de abastecimento público da região semiárida. O estudo foi realizado no reservatório Acauã, nas estações chuvosa (maio 2022) e seca (novembro 2022), em três zonas. Foram coletados parâmetros físico-químicos e amostras para análises de cianobactérias e cianotoxinas. Foram realizadas análise de Regressão Linear Simples e Múltipla, para ver a relação entre a biomassa das cianobactérias e as toxinas e identificar os fatores que estiveram influenciando as biomassas das espécies e cianotoxinas, respectivamente. Nossos resultados mostraram que *R. raciborskii* e *P. agardhii* apresentaram maior biomassa em relação as outras espécies, porém não apresentaram relação significativa com as toxinas, sendo essas, relacionadas com algumas variáveis ambientais. Diante disso, conclui-se que esse estudo pode auxiliar no monitoramento do reservatório estudado, na mitigação das florações de *R. raciborskii* e *P. agardhii* e produção de toxinas.

Palavras-chave: Cianotoxinas; Eutrofização; Florações de cianobactérias.

INTRODUÇÃO

A eutrofização é um processo decorrente do enriquecimento de nutrientes, principalmente nitrogênio (N) e fósforo (P), advindos das atividades antrópicas (XIÃO et al., 2022). O aumento dessas atividades tem contribuído para a intensificação das florações de cianobactérias (AMORIM et al., 2020), que representam um dos maiores problemas ambientais, visto que existem espécies produtoras de cianotoxinas como microcistinas, cilindrospermopsina e saxitoxinas, que causam sérios riscos à saúde humana e de animais (VEERMAM et al., 2022).

O monitoramento das florações de cianobactérias em regiões tropicais se potencializou devido ao incidente em uma clínica de hemodiálise na região Nordeste, onde faleceram 76 pacientes após a ingestão de água contaminada com toxinas (CARMICHAEL, 1996). Recentemente um estudo mostrou que altas taxas de microcefalia nessa região estiveram associadas aos efeitos combinados do Zika vírus com a saxitoxina (PEDROSA et al., 2020).

Diante desses casos, no Brasil foi estabelecido diretrizes de limites toleráveis de cianotoxinas para garantir a qualidade da água potável, sendo 3,0 µg/L para saxitoxinas (STX) e 1,0 µg/L para microcistinas (MIC) e cilindrospermopsina (CYL) (Ministério da Saúde. Portaria de Consolidação MS/888).

Dentre as espécies formadoras de florações potencialmente tóxicas, existe a *Raphidiopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenayya e Suba Raju (anteriormente conhecida como *Cylindrospermopsis raciborskii*) Aguilera et al., 2018, produtora de saxitoxina e cilindrospermopsina em ambientes de água doce, podendo ser encontrada em reservatórios de abastecimento público da região semiárida (ANTUNES et al., 2015), e a espécie *Planktothrix agardhii* (Gomont) Anagnostidis et Komárek 1988) que também apresenta dominância nesses ecossistemas, sendo potencialmente produtora de microcistinas e saxitoxinas (MOURA et al., 2018). Acredita-se que o sucesso destas espécies está relacionado as condições ambientais da região (elevadas concentrações de nutrientes, turbidez, salinidade e pH (>8)), e condições climáticas (alta luminosidade, longos períodos de estiagem, altas temperaturas (média ~ 27° C)) (BRASIL et al., 2016). Diante disso, o objetivo deste estudo é avaliar a variação espaço-temporal da biomassa das espécies *Raphidiopsis raciborskii* e *Planktothrix agardhii* e identificar fatores ambientais que influenciam a sua dominância e produção de cianotoxinas em reservatório de abastecimento público da região semiárida.

METODOLOGIA

O estudo foi realizado no reservatório Acauã, localizado na bacia do rio Paraíba, sendo este utilizado para abastecimento público (AES A, 2022). A amostragem foi realizada nos meses de maio (chuva) e novembro (seca) de 2022. Foram mensuradas variáveis ambientais utilizando sonda multiparamétrica HORIBA® U-50. As amostras foram coletadas em 3 regiões: lântica, transição e lótica, e em 3 profundidades: subsuperfície, camada limite inferior da zona eufótica e fundo. Amostras qualitativas das cianobactérias foram coletadas filtrando e concentrando 50L de água e fixadas com formol 4% e posteriormente, analisadas em microscópio óptico. As amostras quantitativas foram coletadas com a garrafa de Van Dorn, fixadas com Lugol 1% e analisadas em microscópio invertido. A identificação dos táxons, foi realizada com literatura especializada (KOMÁREK et al., 2002; KOMÁREK 2013). A densidade (indivíduos mL⁻¹) foi obtida através da fórmula de Ross (1979) e o biovolume (mm³ L⁻¹) estimado multiplicando a densidade pelo volume médio das células (~20 indivíduos). O volume das células foi calculado a partir de modelos geométricos de Hillebrand et al. (1999). A conversão do biovolume em biomassa foi realizado assumindo o peso fresco unitário

expresso como massa de $1 \text{ mm}^3 \text{ L}^{-1} = 1 \text{ mg L}^{-1}$ Wetzel e Likens (2000). As concentrações de nutrientes foram determinadas de acordo com APHA, 2012. As concentrações de toxinas foram realizadas através do método de Ensaio de Imunoabsorção Enzimática com kits e placa Abraxis. Para verificar a relação entre a biomassa das cianobactérias e as toxinas, foi realizada uma análise de regressão linear simples. Para ver a relação das biomassas e toxinas com as variáveis ambientais foi realizado uma análise de Regressão múltipla. Todas as análises foram realizadas no software R, versão 4.2.2 (R Development Core Team, 2023).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o estudo foi verificado aumento do volume hídrico na seca, e a precipitação foi maior na chuva (Figura 1 A), fato que pode ser consequente da transposição do rio São Francisco. Quanto as cianobactérias, *R. raciborskii* e *P. agardhii* foram dominantes durante todo o período amostral, tendo maior participação relativa (Figura 1B). Isso pode ser explicado pelas condições características da região Nordeste que alteram os parâmetros físico-químicos da água e favorecem a dominância dessas espécies (MOURA et al., 2018). No geral a biomassa das espécies variou de 0,1 a 46,19 mg L^{-1} . *R. raciborskii* teve maior biomassa no período seco, na superfície da região de transição (46,19 mg L^{-1}), e *P. agardhii* no período chuvoso, na superfície da região lótica (rio 2) (21,33 mg L^{-1}) (Figura 2A). As cianotoxinas tiveram variação (0,0003 a 0,07 $\mu\text{g L}^{-1}$). A STX apresentou maior concentração na chuva, no fundo da região lótica (rio 1) (0,03 $\mu\text{g L}^{-1}$). A CYL apresentou valores semelhantes durante seca e chuva (0,03 $\mu\text{g L}^{-1}$). A MIC apresentou maior concentração na chuva, na superfície da região lótica (rio 2) (0,07 $\mu\text{g L}^{-1}$). Um estudo na região Nordeste do Brasil também registrou a presença das três toxinas nos reservatórios (SILVA et al., 2020) (Figura 2B).

Figura 1. A) Volume hídrico, precipitação pluviométrica média mensal entre janeiro a dezembro de 2022 B) Participação relativa das espécies de cianobactérias presentes no reservatório de Acauã.

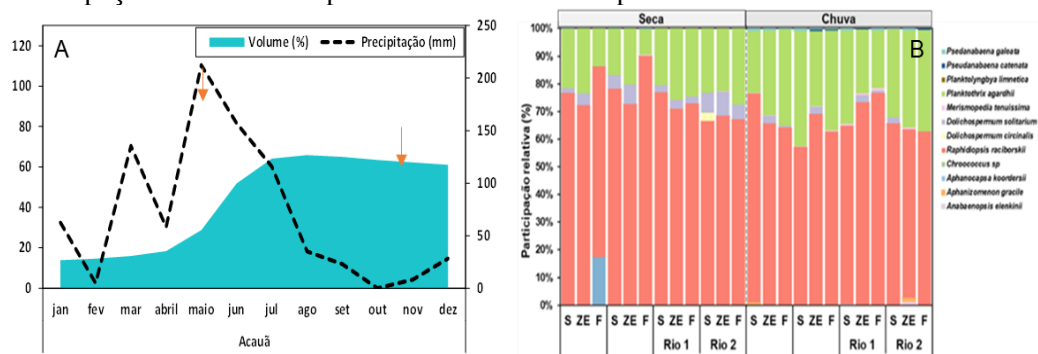
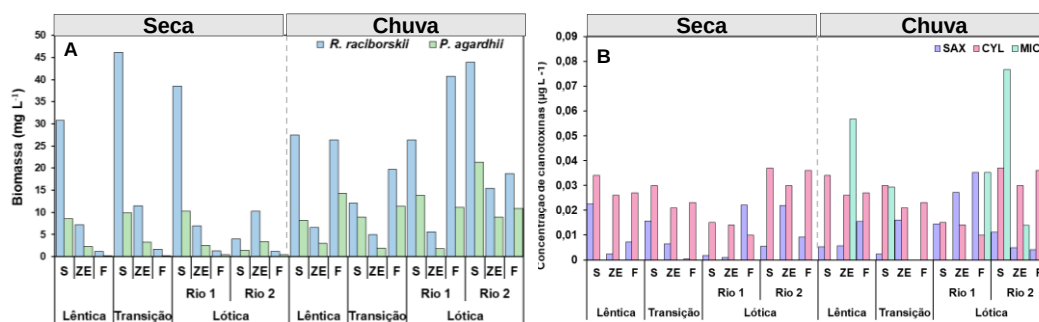


Figura 2. A) Biomassa de *R. raciborskii* e *P. agardhii* B) Concentração de cianotoxinas no reservatório Acauã.



A regressão linear simples mostrou que não houve relação significativa entre a biomassa das espécies e as toxinas (Tabela 1). Estudos indicam que a produção de cianotoxinas não necessariamente aumenta junto com a abundância de cianobactérias, sugerindo que a capacidade de produzir toxinas nem sempre está relacionada com a abundância das espécies (WALLS et al., 2018; SILVA et al., 2020).

Tabela 1. Regressão linear simples entre a biomassa das espécies e as toxinas. Foram considerados significativos aqueles valores que apresentaram $p < 0,05$ (*) e $< 0,001$ (**).

Variável dependente	F	R ²	Sig
<i>Raphidiopsis raciborskii</i>			
Saxitoxina	1.47	0.06	0.24
Cilindrospermopsina	3.35	0.13	0.08
<i>Plankthotrix agardhii</i>			
Saxitoxina	0.43	0.01	0.51
Microcistina	1.26	0.24	0.32

A regressão linear múltipla mostrou que *R. raciborskii* esteve relacionada com a turbidez, volume e TP (fósforo total), enquanto *P. agardhii* esteve relacionada com a turbidez e volume (Tabela 2). A relação da biomassa das espécies com a turbidez pode estar relacionada com a formação de florações, uma vez que diminui a transparência a água, afetando a qualidade da mesma, além disso, a relação significativa com o volume pode ser explicada pelo fato do baixo volume de água e da transparência, favorecerem a biomassa da espécie, podendo estar relacionado com longos períodos de seca da região (MENDES et al., 2022). Um outro estudo mostrou relação significativa com o TP, uma vez que pode favorecer sua expansão (SILVA et al., 2024), sendo um fator limitante importante. A STX foi significativa com o pH, enquanto CYL teve relação significativa com a salinidade e MIC com NH₃ (amônia) (Tabela 2). Um estudo mostrou que o pH pode controlar a produção de saxitoxina e regular a estabilidade (SILVA et al., 2024). Outro estudo mostra que condições salinas podem atuar na produção de cilindrospermopsina, beneficiando espécies produtoras das mesmas (ZILLIGES et al., 2011). Já a relação significativa de microcistinas com NH₃, pode estar relacionada ao fornecimento

inadequado de nitrogênio que resulta na lise das células das cianobactérias, levando à liberação de microcistinas (YANG et al., 2023).

Tabela 2. Regressão linear múltipla entre a biomassa das espécies e as toxinas. Foram considerados significativos aqueles valores que apresentaram $p < 0,05$ (*) e $p < 0,001$ (**). (Vol, volume; Turb, turbidez; TP, fósforo total; pH; Sal, salinidade; NH_3 , amônia).

Variável dependente	Modelo regressão linear múltipla	F	R ²	Sig
<i>Raphidiopsis raciborskii</i>	$Y = 15.16 - 0.90 * \text{LogVol} + 0.41 * \text{LogTurb} - 2.27 * \text{LogTP}$	7.60	0.61	<0.05
<i>Plankthotrix agardhii</i>	$Y = 15.79 - 1.47 ** \text{LogVol} - 0.46 * \text{LogTurb}$	6.30	0.69	<0.01
Saxitoxina	$Y = 0.15 - 0.006 * \text{LogpH}$	2.97	0.30	<0.05
Cilindrospermopsina	$Y = 0.21 - 1.96 ** \text{LogSal}$	3.23	0.47	<0.01
Microcistina	$Y = 0.23 - 0.01 * \text{Log NH}_3$	1.95	0.29	<0.05

CONCLUSÕES

Conclui-se que a dominância de *R. raciborskii* e *P. agardhii* potencialmente produtoras de toxinas é um alerta de riscos futuros de intoxicação, pois considerando o aumento das mudanças climáticas e intensificação da eutrofização, favorece a expansão dessas espécies e impacta a qualidade da água nos ambientes aquáticos. Portanto, é necessário um constante monitoramento dos corpos hídricos, uma vez que são destinados ao abastecimento público.

REFERÊNCIAS

- Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESa). Available on internet <<https://www.aesa.pb.gov.br>>. Acesso em: 20 mai. 2022.
- AMORIM, C. A. et al., 2020. Modeling cyanobacterial blooms in tropical reservoirs: The role of physicochemical variables and trophic interactions. **Science of the Total Environment**, v.744.
- ANTUNES, J. T. et al., 2015. *Cylindrospermopsis raciborskii*: review of the distribution, phylogeography, and ecophysiology of a global invasive species. **Frontiers in Microbiology**, v. 6, p. 473.
- MOURA, A.N. et al., 2018. Cyanobacterial blooms in freshwater bodies from a semiarid region, Northeast Brazil: A review. **J. Limnol**, 77 (2), 179-188.
- MENDES, et al., 2022. The reduction in water volume favors filamentous cyanobacteria and heterocyst production in semiarid tropical reservoirs without the influence of the N: P ratio. **Science of the Total Environment**, v. 816, p. 151584.
- PEDROSA, C. D. S. et al., 2020. The cyanobacterial saxitoxin exacerbates neural cell death and brain malformations induced by Zika virus. **PLoS Neglected Tropical Diseases**, v.14, n.3.
- SILVA, R. D. D. D. et al., 2020. Spatio-temporal variation of cyanobacteria and cyanotoxins in public supply reservoirs of the semi-arid region of Brazil. **Journal of Limnology**, v. 79, n. 1.
- VEERMAN, J et al., 2022. Exceptional landscape-wide cyanobacteria bloom in Okavango Delta, Botswana in 2020 coincided with a mass elephant die-off event. **Harmful algae**, v. 111.
- XIÃO, M. et al., 2022. Schindler's legacy: from eutrophic lakes to the phosphorus utilization strategies of cyanobacteria. **FEMS Microbiology Reviews**, 46(6).
- YANG, N. et al., 2023. Differential effects of nitrate and ammonium on the growth of algae and microcystin production by nitrogen-fixing *Nostoc* sp. and non-nitrogen-fixing *Microcystis aeruginosa*. **Water Science & Technology**, v. 88, n. 1, p. 136-150.

Área: Monitoramento e Avaliação da Qualidade da Água

ZOOPLÂNCTON COMO BIOINDICADOR DA QUALIDADE DA ÁGUA EM RESERVATÓRIOS DA REGIÃO SEMIÁRIDA

Laissa Lima do Nascimento¹; Maria Eduarda Dantas César¹; Felipe Antônio dos Santos¹; Cristilane Pereira da Silva²; Juliana dos Santos Severiano³; José Etham de Lucena Barbosa³

⁽¹⁾ Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, PB, Brasil; ⁽²⁾ Graduação em Ciências Biológicas, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, PB, Brasil; ⁽³⁾ Professor(a) do Departamento de Biologia, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, PB, Brasil; laissa.lima39@gmail.com

RESUMO: A utilização de organismos aquáticos tem sido utilizada para realizar o monitoramento dos corpos hídricos, tendo em vista que a presença e ausência de alguns organismos indicam a qualidade ambiental dos ecossistemas. Diante disso, o objetivo deste trabalho é avaliar a estrutura da comunidade zooplancônica em reservatórios do semiárido e relacioná-la com diferentes níveis de poluição. O trabalho foi realizado em 2 reservatórios: Poções e Camalaú. O estado de poluição dos reservatórios foi determinado utilizando o índice integrado de poluição (IPI). Poções foi classificado como poluído enquanto Camalaú não poluído. Camalaú diferiu significativamente de Poções quanto a composição de espécies. A CCA entre as variáveis limnológicas e a comunidade zooplancônica explicou 85,25% da variação dos dados. A série de Hill mostrou que em ambos os reservatórios houve aumento na riqueza dos táxons a partir do mês de junho, no entanto, a diversidade e dominância em Poções teve redução entre os meses amostrais, enquanto em Camalaú esses índices aumentaram no mês de julho e reduziram nos meses seguintes. Conclui-se, portanto, que a comunidade zooplancônica varia de acordo com o grau de trofia dos reservatórios, na qual seus organismos podem ser considerados ótimos bioindicadores da qualidade da água.

Palavras-chave: Comunidade Zooplancônica; Eutrofização; Níveis de poluição.

INTRODUÇÃO

Sob cenário de escassez hídrica, devido aos longos períodos de estiagem na região semiárida, os reservatórios foram construídos a fim de garantir o consumo de água para a população e viabilizar a irrigação (ESTEVES, 2011). No entanto, alguns fatores têm causado impactos nesses ecossistemas aquáticos, dentre eles, a eutrofização antropogênica, problema decorrente do processo de enriquecimento de nutrientes nos corpos aquáticos, principalmente fósforo (P) e nitrogênio (N) (PINTO e ANTUNES, 2020).

A eutrofização promove o crescimento excessivo das cianobactérias, podendo causar mudanças nas características organolépticas da água (cor, odor e sabor), alta turbidez, anoxia, morte da biodiversidade e mudanças na cadeia trófica (LÜRLING e MUCCI, 2020). Além disso, pode haver a formação de florações de cianobactérias potencialmente tóxicas, implicando em sérios riscos para a saúde humana (OLIVER et al., 2020).

Diante disso, a utilização de organismos aquáticos como bioindicadores da qualidade da água é uma das estratégias utilizadas para realizar o monitoramento dos corpos hídricos

(MUÑOZ-COLMENARES et al., 2021). Dentre eles, destaca-se a comunidade zooplanctônica que é constituída por rotíferos, cladóceros e copépodes (PEREIRA et al., 2011). Estes possuem papel chave na cadeia alimentar aquática, sendo elo entre os produtores primários e os demais níveis tróficos, atuando no fluxo de energia e na ciclagem de nutrientes (KIØRBOE, 2011). Vale salientar que esses organismos são sensíveis às mudanças ambientais e respondem rapidamente a diversos tipos de impactos, assim, o aumento ou a redução da biomassa e abundância bem como a presença e ausência de alguns grupos indicam a qualidade ambiental do ecossistema aquático (MUÑOZ-COLMENARES et al., 2021). Assim, este estudo tem como objetivo avaliar a estrutura da comunidade zooplanctônica em reservatórios do semiárido e relacioná-la com diferentes níveis de poluição.

METODOLOGIA

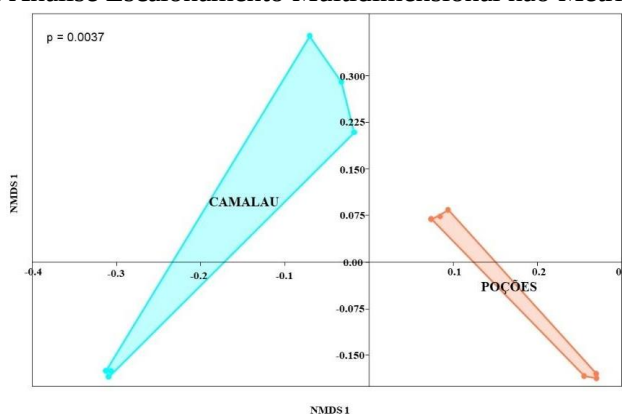
Este trabalho foi realizado em 2 reservatórios pertencentes a Bacia do Rio Paraíba: Poções e Camalaú, sendo estes usados para abastecimento público (AES A, 2023). As amostras foram coletadas nos reservatórios no ano de 2019. Com uma sonda multiparamétrica (Horiba U-52), foram medidos o oxigênio dissolvido (OD; mg L^{-1}), pH, sólidos totais dissolvidos (g L^{-1}) e turbidez (NTU), enquanto a transparência da água foi determinada com o disco de Secchi. Também foram coletadas amostras de 1L para análise de clorofila-a (Chl; $\mu\text{g L}^{-1}$) e fósforo total (TP; $\mu\text{g L}^{-1}$). A concentração de Chl foi determinada com o método espectrofotométrico após extração de pigmentos em etanol a 90% (CHORUS e BARTRAM, 1999), enquanto a concentração de PT foi determinada conforme descrito na APHA (1992). As concentrações de amônia (NH_3 ; $\mu\text{g L}^{-1}$), nitrato ($\mu\text{g L}^{-1}$) e fósforo reativo solúvel (SRP; $\mu\text{g L}^{-1}$) foram determinadas de acordo com o método de APHA, 2012. A coleta da comunidade zooplanctônica foi feita através da filtragem de 100L de água, seguida da fixação das amostras em formol a 4% glicosado. Posteriormente, as amostras foram analisadas em microscópio óptico, utilizando literatura específica para identificação das espécies (KOSTE E VOIGT, 1978; MATSUMURA-TUNDISI, 1986; ELMOOR-LOUREIRO, 1997; UEDA et al., 2003; PERBICHE-NEVES et al., 2015). A densidade zooplanctônica foi determinada utilizando as equações da norma técnica L5.304 da CETESB (2012). O estado de poluição dos reservatórios foi avaliado através do Índice Integrado de Poluição (IPI) proposto por Wang et al. (2008), considerando 7 variáveis de qualidade da água (OD, pH, NTU, nitrato, NH_3 , TP e Chl). Para verificar possíveis diferenças na composição da comunidade zooplanctônica entre os reservatórios foi realizada uma PERMANOVA, cujo resultado foi representado pela nMDS (Análise Escalonamento Multidimensional não Métrico) utilizando o índice de Bray-Curtis.

Também foi aplicado uma Análise de Correspondência Canônica (CCA) para testar a relação dos dados zooplancônicos (densidade) com os dados abióticos. Os índices de diversidade da comunidade foram obtidos através da série de Hill. As análises foram realizadas no software R (R Development Core Team 2020).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

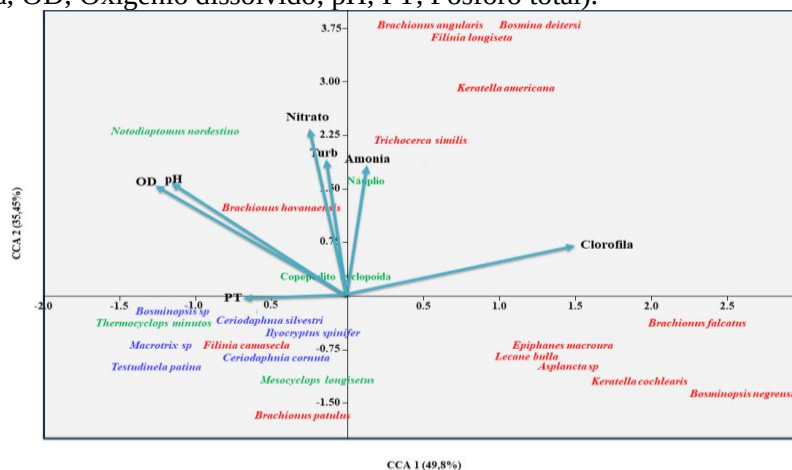
De acordo com o índice integrado de poluição, o reservatório Poções é classificado como poluído enquanto Camalaú é não poluído ($1,63 \pm 0,2$ e $0,54 \pm 0,0$, respectivamente). A PERMANOVA mostrou que Camalaú diferiu significativamente de Poções quanto a composição de espécies ($p=0.0037$), representado graficamente com a nMDS (Figura 1).

Figura 1. Análise Escalonamento Multidimensional não Métrico (nMDS)



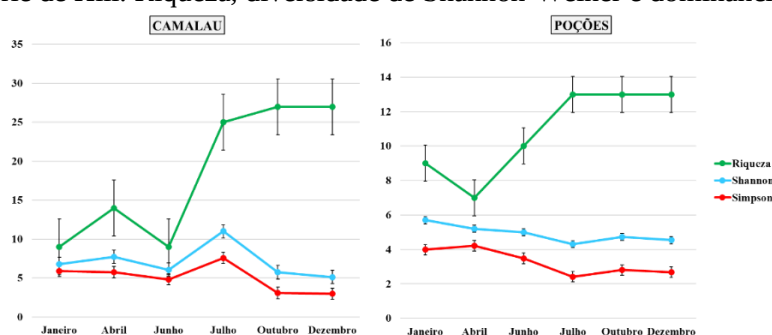
A CCA revelou que 85,25% da variação nos dados foi explicada pelas variáveis limnológicas e pela comunidade zooplancônica, com os dois primeiros eixos representando 49,8% e 35,45%, respectivamente (Figura 2). Dentre as espécies analisadas, *B. angularis*, *F. lonsigeta* e *K. americana*, demonstraram relação positiva com NH_3 e Chl, enquanto *Ceriodaphnia silvestri*, *C. cornuta* e *Macrotrix* sp mostraram relação fraca com TP e relação negativa com NH_3 e Chl. Por outro lado, *B. havanaensis* e *N. nordestino* apresentaram relação positiva com OD, pH, nitrato e turbidez. Essas relações podem ser atribuídas ao fato de que espécies como *C. cornuta* e *C. silvestri* são comumente encontradas em ambientes menos impactados, o que pode explicar sua influência negativa pela presença de NH_3 e Chl. Essa sensibilidade dos microcrustáceos às mudanças na qualidade da água é amplamente reconhecida na literatura (POMPÊO et al., 2015; DE-CARLI et al., 2018).

Figura 2. Correspondência canônica relacionando a densidade dos organismos zooplânctônicos com as variáveis limnológicas nos reservatórios Camalaú e Poções, PB, Brasil. (Turb, Turbidez; Amônia, Nitrato, Clorofila, OD, Oxigênio dissolvido; pH, PT, Fósforo total).



De acordo com a série de Hill, em ambos os reservatórios houve aumento na riqueza dos táxons a partir de junho. No entanto, a diversidade e dominância no reservatório Poções teve uma redução entre os meses amostrais, já em Camalaú esses índices tiveram aumento em julho e redução nos meses seguintes (Figura 3). A variação nos atributos de diversidade pode ser atribuída a mudanças nas variáveis ambientais dos reservatórios, visto que ambos recebem água do Rio São Francisco e a entrada contínua de água, modifica tanto as variáveis abióticas quanto o estado trófico dos ambientes (BARBOSA et al., 2021). Essas alterações podem causar mudanças na estrutura da comunidade zooplânctônica, na qual, em ambientes mais eutrofizados, os rotíferos tendem a dominar, enquanto em ambientes menos impactados, os microcrustáceos tem maior dominância (DANTAS et al., 2009).

Figura 3. Série de Hill. Riqueza, diversidade de Shannon-Weiner e dominância de Simpson.



CONCLUSÕES

Conclui-se que a comunidade zooplânctônica varia de acordo com o grau de trofia dos reservatórios, sendo espécies de cladóceros mais presentes em ambientes não poluídos e espécies de rotíferos e copépodes cyclopóides em ambientes poluídos. Isso mostra que esses organismos podem ser considerados ótimos bioindicadores da qualidade da água, uma vez que

sua presença ou ausência nos ecossistemas aquáticos está relacionado com o estado trófico do mesmo.

REFERÊNCIAS

- Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESa). Available on internet <<https://www.aesa.pb.gov.br>>. Acesso em: 20 mai. 2022.
- BARBOSA et al. Impacts of inter-basin water transfer on the water quality of receiving reservoirs in a tropical semi-arid region. **Hydrobiologia**, v. 848, pp. 651–673, 2021.
- CHORUS, I.; BARTRAM, J. Toxic Cyanobacteria in Water. A Guide to their public health consequences, monitoring and management. London: E&FN Spon; 1999.
- DANTAS, Ê. W. et al. Efeito das variáveis abióticas e do fitoplâncton sobre a comunidade zooplânctônica em um reservatório do Nordeste brasileiro. **Iheringia. Série Zoologia**, v. 99, n. 2, p. 132–141, 2009.
- DE-CARLI, B. P. et al. Comunidade zooplânctônica e sua relação com a qualidade da água em reservatórios do Estado de São Paulo. **Iheringia. Série Zoologia**, v. 108, n. 0, 2018.
- ELMOOR-LOUREIRO, L. M. A. Manual de identificação de cladóceros límnicos do Brasil. Taguatinga, DF: Editora Universa, Universidade Católica de Brasília, 1997.
- ESTEVES, F. A. Fundamentos de Limnologia. 3 ed. Rio de Janeiro: **Interciências**, 2011.
- KIØRBOE, T. How zooplankton feed: mechanisms, traits and trade-offs. **Biol. Rev.**, 2011.
- KOSTE, W.; VOIGT, M. Rotatoria, die Rädertiere Mitteleuropas: Überordnung Monogononta: ein Bestimmungswerk. 2. Aufl ed. Berlin: Gebrüder Borntraeger, 1978.
- LÜRLING, M.; MUCCI, M. Attenuating the Hassle of eutrophication: the measures in the lakes are becoming inevitable in the Waters eutrophic of the Netherlands. **Hydrobiology**, v.847 (21), p.4447-4467, 2020.
- MATSUMURA-TUNDISI. Latitudinal Distribution of Calanoida Copepods in Freshwater Aquatic Systems of Brazil. n. 4, 1986.
- MUÑOZ-COLMENARES, M. E. et al. Can zooplankton species be used as indicators of trophic status and ecological potential of reservoirs?. **Aquatic Ecology**, v.55, n.4, 2021.
- OLIVER, S. L. et al. Cyanobacteria bloom variations and atmospheric variables, an environmental health contribution. **Rev Ambient**. Água [Internet]. 2020;15.
- PERBICHE-NEVES, G. et al. Identification guide to some Diaptomid species (Crustacea, Copepoda, Calanoida, Diaptomidae) of “de la Plata” River Basin (South America). **ZooKeys**, v. 497, p. 1–111, 2015.
- PEREIRA, A. P. S. et al. Biodiversidade e estrutura da comunidade zooplânctônica na Sub-bacia Hidrográfica do Rio Poxim, Sergipe, Brasil. Taubaté: **Ambiente & Água- An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v. 6, n. 2, pp. 191-205, 2011.
- PINTO, F.; ANTUNES, S. C. Biomanipulação para o controle da eutrofização. Porto: **Rev. Ciência Elem.**, v. 8, n. 1, 2020.
- POMPÊO, M. et al. **Ecologia de Reservatórios e Interfaces**. [s.l.] Universidade de São Paulo. Instituto de Biociências, 2015.
- UEDA, H. et al. Copepoda: Cyclopoida: genera Mesocyclops and Thermocyclops. Leiden: Backhuys, 2003.



SITE

www.aesa.pb.gov.br

INSTAGRAM

@aesagovpb

TELEFONE

(83) 3225-5508

ENDEREÇO

RUA DUARTE DA SILVEIRA,
S/N. ANEXO - DER-PB



FÓRUM NACIONAL
DE COMITÊS DE BACIAS HIDROGRÁFICAS
BRASIL



GOVERNO
DA PARAÍBA