

Anais do XI Encontro Estadual de Comitês de Bacias Hidrográficas do Rio de Janeiro

**Organização: Fórum Fluminense de
Comitês de Bacias Hidrográficas - RJ**

Anais do XI ECOB - Encontro Estadual de Comitês de Bacias Hidrográficas (ECOB/RJ)

Organização:
Fórum Fluminense de Comitês de Bacias Hidrográficas
do Estado do Rio de Janeiro

Editora da Univassouras
2024

© 2024

Presidente da Fundação Educacional Severino Sombra (FUSVE)
Adm. Gustavo de Oliveira Amaral

Reitor

Prof. Dr. Marco Antônio Soares de Souza

Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação

Prof. Dr. Carlos Eduardo Cardoso

Editora-Chefe das Revistas Online da Universidade de Vassouras

Profa. Lígia Marcondes Rodrigues dos Santos

Editora Executiva Produções Técnicas da Universidade de Vassouras

Profa. Dra. Paloma Martins Mendonça

<https://editora.univassouras.edu.br/index.php/PT/issue/view/327>

An131 **Anais do XI Encontro Estadual de Comitês de Bacias Hidrográficas [ECOB/RJ] /Organizadores: Fórum Fluminense de Comitês de Bacias Hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro. – Vassouras, RJ: Editora Universidade de Vassouras, 2024.**

288 p.

E-book:

ISBN: 978-65-87918-99-0

1. Recursos hídricos. 2. Desenvolvimento sustentável. I. Fórum Fluminense de Comitês de Bacias Hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro. II. Universidade de Vassouras. III. Título.

Sistema Gerador de Ficha Catalográfica On-line – Universidade de Vassouras

Todos os direitos reservados. É permitida a reprodução parcial ou total desta obra, desde que citada a fonte e que não seja para venda ou qualquer fim comercial. O texto é de responsabilidade de seus autores. As informações nele contidas, bem como as opiniões emitidas, não representam pontos de vista da Universidade de Vassouras.

Comissão Científica

Coordenadora

Erika Cortines – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Avaliadores

Adacto Benedicto Ottoni - Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Alexandre Ferreira Lopes – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

André Luiz Moreira da Silva – CBH Médio Paraíba do Sul

Caio Henrique da Silva Santos - AGEVAP

Carin Von Mulhen – Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Cristiane Borborema Chaché – Universidade de Vassouras

Cristiane de Souza Siqueira Pereira – Universidade de Vassouras

Denise Celeste Godoy de Andrade Rodrigues – Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Helder Marcos Nunes Cândido – Instituto Federal do Triângulo Mineiro

Julieta Laudelina de Paiva – Werner Tecidos

Leonardo Guedes – Grupo Águas do Brasil

Luan Carlos Octaviano Ferreira Leite – Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Luis Felipe Cruz Lenz Cesar – Crescente Fértil

Marcos Felipe Almeida Mota – Universidade de Vassouras

Maria Inês Ferreira Paes – Instituto Federal Fluminense

Nicole Aparecida Martins Klimko Fraguas – Universidade de Vassouras

Paloma Martins Mendonça- Universidade de Vassouras

Pedro França Magalhães – Prefeitura Municipal de Angra dos Reis

Rafaela dos Santos Facchetti Vinhões Assumpção – Fundação Oswaldo Cruz

Vinícius de Azevedo Silva – Universidade de Campinas

Comissão Organizadora

Adriana Lima Bocaiuva – Coordenadora Fórum Fluminense de Comitês de Bacias Hidrográficas - CBH Baía de Guanabara

Erika Cortines – Coordenadora Adjunta do Fórum Fluminense de Comitês de Bacias Hidrográficas - CBH Piabanha

Vera Lúcia Teixeira – CBH Médio Paraíba do Sul

Luís Paulo Nascimento – CBH Baía da Ilha Grande

João Siqueira Gomes – CBH Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana

Carolina Leite Martins – Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul -AGEVAP

Nilmar Vieira Magalhães - Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul -AGEVAP

Samantha Farias - Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul -AGEVAP

Equipe de apoio:

Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul -AGEVAP

Alice Bizoni

Aline Raquel Alvarenga

Amaro Neto

Caio Henrique da Silva Santos

Daiane Alves dos Santos

Elias Rangel
Gabriel Macedo
Henristoni de Souza
Leandro Guerra
Lidiane Rufino da Cunha
Luís Fernando Faulstich
Maria Clara Pimentel
Monique Soares
Paula Lomanto
Rafael Lira Teixeira Santos
Raissa Bahia Guedes
Ramon Porto
Roberta Abreu
Samara Miranda
Tânia Souza
Thiago Cardoso
Victor Machado Montes
Vitor Lisboa

Súmario

Apresentação Anais de ECOB	10
A Contensão De Resíduos Sólidos Pela Eco-Barreira Instalada no Rio João Mendes, Sistema Lagunar Itaipu/Piratininga- Niterói - RJ	11
Felipe Lima Queiroz, Luisa M. Sarmento-Soares, Mariana Motta de Freitas, Diego Ramos Inácio, Hannah Marchon Dentes, Luiz Gonzaga Allochio Zucolotto, Yan Ramos Cardoso, Ronaldo F. Martins-Pinheiro	
Ações e Projetos de Educação Ambiental nos Comitês de Bacia Hidrográfica do Estado do Rio de Janeiro	14
Alessandra Chacon-Pereira, Marcio Ranauro, Bruno Waldman, Elaine Cristina Costa, Quezia Fortunato Neves, Luciene Pimentel Da Silva	
Análise de Parâmetros Físico-Químicos da Água e Aspectos Sobre sua Distribuição no Município de Itaboraí-RJ	23
Antônio Cláudio Moura Ferreira de Souza, Sumaia Hottes, Naara Campos Oliveira Dias, Vitória Silva Souza, Neyse de Carvalho Ribeiro & Vicente de Paulo Santos Oliveira	
Análise da Legislação Sobre Águas Subterrâneas Com Foco no Estado do Rio de Janeiro	31
Yasmin Martins de Albuquerque, Olga Venimar de Oliveira Gomes, Decio Tubbs Filho	
Avaliação da Qualidade da Água de Três Lagoas e no Pontal de Atafona, São João da Barra, RJ... ..	40
João Victor França de Abreu Terra; Adrian Faria Ribeiro, Vicente de Paulo Santos de Oliveira	
Avaliar o Uso do Biotreat em Uma Estação de Tratamento de Esgoto	45
Jardel Souza de Azevedo	
Caracterização Fisiográfica da Bacia da Represa da Maricota em Carapebus-RJ	54
Maxuel Bernardes Donato, Camilla Soares da Silva, Fernanda de Abreu Pereira, Vicente de Paulo Santos de Oliveira	
Caracterização Fisiográfica da Sub-Bacia do Córrego São João Batista, no Distrito de Carabuçubom Jesus do Itabapoana-RJ	63
Everaldo Vieira Pinto, José Carlos Martins dos Reis, Manildo Marcião de Oliveira, Vicente de Paulo Santos de Oliveira, Victor Barbosa	
Ciência em Sana: Ciência e Sociedade em Prol da Preservação da Bacia Hidrográfica do Rio Sana, Macaé	72
Giovanna Figueiredo Lima da Silva; Danyella Vieira Costa, Mauricio Mussi Molisani	
Condições do Saneamento Ambiental da Bacia Hidrográfica do Canal do Cunha no Complexo do Lins na Cidade do Rio de Janeiro	80
Adriana Sotero-Martins; Rejany Ferreira dos Santos; Natasha Berendonk Handam; Maria José Salles; Thaiane Soares Montandon; Natália Martins Libório	
Das Raízes da Sociedade Civil e a Participação Social no Subcomitê da Lagoa de Saquarema em Defesa do Meio Ambiente	88
Gina Alejandra Huerfano Aguilar e Vinicius Carvalho da Silva Mendes	

Dimensionamento de Sistema Baseado Na Natureza - Wetland Construído - Para Tratamento de Esgoto em Trecho da Lagoa de Geribá (Armação dos Búzios/RJ).....	95
Márcio Pacheco Cardoso, Margoth Silvana da Silva Cardoso	
Dimensionamento de Sistema Baseado na Natureza - Wetland Construído - Para Tratamento de Esgoto e Reuso de Água com Implantação de Polo Ambiental em Iguaba Grande-RJ	103
Margoth Silvana da Silva Cardoso, Márcio Pacheco Cardoso	
Educação Ambiental com Invertebrados Bentônicos Como Material Pedagógico Através do Microscópio Didático	111
Danyella Vieira Costa ; Giovanna Figueiredo Lima da Silva , Théo Dias Arueira , Mauricio Mussi Molisani	
Efeito do Pousio da Pastagem Sobre a Capacidade de Infiltração de Água no Solo	118
André Leonardo Tavares Paula, Elias Fernandes de Sousa, Vicente de Paulo Santos de Oliveira, Jader Lugon Junior	
Enquadramento de Corpos D'água Inseridos em Unidades de Conservação de Proteção Integral: uma Perspectiva Para o ERJ	124
Renata Fernandes Teixeira; Raquel Emerick Pereira Mencarini; Leonardo Fidalgo Telles Rodrigues	
Estimativa do Tempo de Concentração e da Vazão Máxima, em uma Microbacia Urbana, no Município de Silva Jardim, RJ	131
Débora Alves Gonzaga da Silva Ballesteiro Pereira; Gabriela Figueiredo da Conceição, Thiago Ferreira De Albuquerque, Marcelo Alexandre Dias Barbosa, Cláudia Moster, Maurício Ballesteiro Pereira	
Estoque de Carbono do Solo em Áreas Restauradas Pelo Programa Produtores de Água e Floresta em Rio Claro-RJ	135
Vanessa Gomes, Daniel de P. Andrade, Petrus Gabriel De F. Marques, Marcos Gervásio Pereira, Everaldo Zonta	
Gestão de Recursos Hídricos: Perspectivas do Fundrhi Frente ao Novo Marco Legal do Saneamento Básico no ERJ	141
Márcio Franco da Costa; Raphaella Vieira Miranda; Lucas Hang Viana; Milena Augusto Xavier dos Santos; Marcelo Abraira Crespi; Vinicius Santos de Lyra Silva	
Metodologias de Avaliação Da Qualidade da Água: Estudo Comparativo na Bacia Hidrográfica do Rio das Ostras	149
Maria Inês Paes Ferreira, Thiago Moreira de Rezende Araujo, Ednilson Gomes de Souza Junior, Fernanda Hissa de Faria, Rafael Monteiro Duarte	
Modelagem de Cheias Urbanas em Santo Antônio de Pádua/RJ	157
Aline Ferreira de Andrade, Larissa Rodrigues Turini, Gabriel Figueiredo de Moraes, Marcelo Gomes Miguez e Matheus Martins de Sousa	
Monitoramento Ambiental e Modelagem Computacional com Uso de Sistema Integrado de Múltiplos Sensores	166
Thiago Rodrigues Faria; Vicente de Paulo Santos de Oliveira; Thiago M. de Rezende Araujo, Jader Lugon Junior	

Monitoramento da Qualidade da Água na Região Hidrográfica do Médio Paraíba do Sul Utilizando Sonda Multiparamétrica	169
Bárbara Fontes Silva, Luisa Santana Martins, Nilo Antonio de Souza Sampaio, Carin Von Mühlen	
Monitoramento de Lagoas Costeiras de São João da Barra e da Foz do Rio Paraíba do Sul Através da Determinação do IQA.....	177
Elianna Menezes Santana, Vicente de Paulo Santos de Oliveira, Mikaella Corrêa Santos, João Victor França de Abreu Terra e Carolina Ramos de Oliveira Nunes	
O Poder das Juventudes na Gestão das Águas: O Fórum Água e Juventude do Comitê de Bacia Hidrográfica Macaé-Ostras	185
Virgínia Villas Boas Sá Rego; Thayná Fernandes Ribeiro Toledo; Alice Sá Rego de Azevedo	
Pagamento Por Serviços Ambientais Hídricos no Âmbito do Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Macaé e das Ostras – RJ	193
Rodrigo de Melo Campos; Hugo Portocarrero	
Parque Fluvial – Cidade Dos Meninos: Ocupação Como Forma de Proteção	200
Douglas Batista da Luz E Souza	
Projeto Comitê Nas Escolas: Capacitação de Docentes em Educação Ambiental Para Gestão dos Recursos Hídricos	210
Ednilson Gomes de Souza Júnior, Alice Sá Rego de Azevedo, Virgínia Villas Boas Sá R	
Projeto Programa Produtor Sustentável – Microbacia do Rio Bocaina - Cachoeira Paulista -SP...218	
Fabiano Haddad Collard; Elias Adriano dos Santos; Pedro Henrique Fili; João Paulo Canevari	
Psa-Pagamento Sobre Serviços Ambientais Florestal de 25 Hectares nas Áreas Degradadas na Fazenda Batedor-Cruzeiro-SP	225
Fabiano Haddad Collard; Elias Adriano Dos Santos; Pedro H. Fili; João Paulo Canevari	
Qualidade da Água Tratada: Análise Nos Municípios de Resende, Porto Real, Barra Mansa, Volta Redonda e Pinheiral	233
Jardel Souza de Azevedo	
Quanto Mais, Melhor: Investimento em Unidades de Conservação e Preservação da Paisagem Florestal e Rural.....	242
Leandro Travassos; Valdemiro de Almeida Pinto Filho, Breno Herrera, Eduardo Pinheiro Antunes, Paula Fernanda Chaves Soares, Mauro Pereira.	
Solução Com Sustentabilidade Ambiental Para Aumentar A Segurança Hídrica no Canal de Imunana, Rio de Janeiro.....	248
Prof. Dr. Adacto Benedicto Ottoni; Prof. Dr. Alfredo Akira Ohnuma Jr.; Allexser Pacheco Bernacchi Alves; Cynthia da Silva Souza	
Transposição da Tecnologia Social “Bacia Escola” da RH-I (Baía da Ilha Grande) Para A RH-VII (Rio dois Rios)	256
Anderson Mululo Sato, Thayná Maria Oliveira da Silva, Júlia Marinho Cabral, Márcia Mululo Erthal, Regina Bérnago Monnerat, Jorge Luiz Mendes Gil, Roberto Cesar Lomeu, Jonas Edinaldo da Silva	

Uso da Ferramenta Invest na Priorização de Sub-Bacias Para Redução da Perda de Solo em Nova Iguaçu – RJ.....	263
Yasmin Aleixo Ribeiro; Claudia Moster	
Uso do Sistema de Informações do Comitê Piabanha para Divulgação dos Dados de Monitoramento	270
Erika Cortines, Rafaela Dos Santos Facchetti Vinhaes De Assunção, Julieta Laudelina De Paiva, Cláudia Karina Wilberg De Castro Costa, Laize Rafaelle Aguiar Dos Santos, André Dantas Martins	
Utilização da Macrófita Aquática <i>Ruppia Maritima</i> para Melhoria da Água em Lagoas Costeiras Eutrofizadas	277
Suema Branco, Andressa S. de Oliveira, Sandra M. F. O. Azevedo	
Visitas de Estudantes do Município de Silva Jardim Ao Parque Ecológico do Mico-Leão-Dourado, Aldeia Velha, Silva Jardim, RJ	281
Débora Alves Gonzaga da Silva Ballesteiro Pereira; Gabriela Figueiredo da Conceição, Thiago Ferreira de Albuquerque; Nandia de Magalhães Xavier Menezes; João Pedro Andrade Vieira Santos; Luis Paulo Ferraz	

Apresentação Anais XI ECOB

O Fórum Fluminense de Comitês de Bacias Hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro (FFCBH) é um colegiado formado pelos Comitês de Bacias do Estado do Rio de Janeiro, que têm como objetivo principal promover a gestão descentralizada e participativa dos recursos hídricos.

O FFCBH tem dentre seus objetivos promover a articulação, a troca de experiências e informações entre os Comitês de Bacia Hidrográfica, visando seu fortalecimento e o aperfeiçoamento da gestão de recursos hídricos, além de facilitar a interlocução dos Comitês com instituições governamentais ou não governamentais relacionadas, direta ou indiretamente, a recursos hídricos, buscando o aperfeiçoamento dos Sistemas Estadual e Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e, conseqüentemente, a melhoria da qualidade e o aumento da quantidade de água.

O Fórum Fluminense de Comitês de Bacias Hidrográficas realiza, anualmente, o encontro dos comitês de bacias. No ano de 2024, o “XI Encontro Estadual de Comitês de Bacias Hidrográficas (ECOB/RJ)” trouxe como tema central a “INTEGRAÇÃO PELAS ÁGUAS: Governança, Planos e Territórios”. O evento foi realizado em formato híbrido de 17 de abril a 20 de abril de 2024 e as palestras podem ser conferidas no canal do Fórum Fluminense de Comitês de Bacias no YouTube (<http://www.youtube.com/@forumfluminensecbh>). O evento reuniu os nove Comitês de Bacias Hidrográficas (CBH) fluminenses (CBH- Baía da Ilha Grande; CBH Guandu; CBH Médio Paraíba do Sul; CBH Piabanha; CBH Baía de Guanabara; CBH Lagos São João; CBH Rio Dois Rios; CBH Macaé e das Ostras; CBH Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana), um comitê Paulista (CBH Paraíba do Sul) e o Comitê de bacias Federal (Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul -CEIVAP), Órgãos gestores como o Instituto de Meio Ambiente do Estado do Rio de Janeiro, a Secretaria do Ambiente e Sustentabilidade do Estado do Rio de Janeiro a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, Universidades Públicas e Privadas, Empresas de Saneamento dentre outras instituições relevantes para debater a gestão compartilhada da água, divulgar programas e planos de ação em andamento e trocar experiências sobre recursos hídricos.

O evento contou com mais de 60 palestrantes em seis mesas redondas e rodas de diálogo e oficinas, que proporcionaram um amplo e rico debate sobre recursos hídricos ao longo da semana. Os momentos de capacitação envolveram a realização de 5 rodas de diálogo (Sociedade Civil, Poder Público, Usuários de Recursos Hídricos, Juventude e Água e Inclusão), e oito oficinas que trataram das temáticas “A importância do monitoramento da governança para garantir a segurança hídrica, AKAUANA: um jogo de conexão com as águas, Pacto para governança das águas e planejamento para a segurança hídrica no Rio de Janeiro, Saneamento ecológico - experiências exitosas, Incorporação da crise climática no planejamento da gestão hídrica, Como criar uma agência reguladora municipal, Cartografia Social e mapeamento participativo para revitalização de recursos hídricos e Os percursos da educação ambiental nos comitês do Estado do Rio de Janeiro”.

Quanto aos trabalhos, foram apresentados 38 trabalhos nos formatos de Trabalhos completos, Relatos de experiência, Notas Técnicas e Notas Científicas, nas seguintes linhas temáticas: Educação Ambiental e Recursos Hídricos; Gestão, Governança e Instrumentos Legais de Recursos Hídricos (Águas doces e costeiras); Instrumentos de Gestão de Recursos Hídricos; Saneamento e Serviços Ambientais e Soluções Baseadas na Natureza. Os trabalhos foram apresentados em duas sessões de banners e uma sessão de apresentação oral que foram os três melhores trabalhos selecionados pela comissão científica. As revisões dos trabalhos foram feitas às cegas por dois avaliadores para cada trabalho, e mais um avaliador da apresentação. Foram premiados um trabalho oral e três banners. A comissão científica contou com 20 profissionais de diversas Universidades e instituições. Os trabalhos apresentados ajudaram a elevar a qualidade do evento e a disseminar as boas práticas e os estudos que englobam recursos hídricos e sustentabilidade ambiental.

A CONTENSÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS PELA ECO-BARREIRA INSTALADA NO RIO JOÃO MENDES, SISTEMA LAGUNAR ITAIPU/PIRATININGA- NITERÓI - RJ

Felipe Lima Queiroz¹, Luisa M. Sarmiento-Soares^{2,7}, Mariana Motta de Freitas³, Diego Ramos Inácio⁴, Hannah Marchon Dentes¹, Luiz Gonzaga Allochio Zucolotto⁵, Yan Ramos Cardoso⁶, Ronaldo F. Martins-Pinheiro⁷

1 Instituto Floresta Darcy Ribeiro- Amadarcy. Rua Pau Brasil, número 1257, quadra 10, Engenho do Mato - Niterói – RJ, Brasil. felipelimaqueiroz@gmail.com; <http://lattes.cnpq.br/6207028561506246>; 1amadarcy.org@gmail.com; hannahmarchondesigner@gmail.com; <http://lattes.cnpq.br/6781449618661119>.

2 Programa de Pós-graduação em Biologia Animal - PPGBAN, Universidade Federal do Espírito Santo, Prédio Bárbara Weinberg, campus Goiabeiras, Vitória, ES, Brasil. sarmiento.soares@gmail.com; <http://lattes.cnpq.br/5100696102233268>; <https://orcid.org/0000-0002-8621-1794> (Autora correspondente)

3 Instituto Federal Fluminense IFF - Campus Itaboraí - R. Izaura Pantoja, 167-333 - Nova Cidade, Itaboraí–RJ. marimottadefreitas22@gmail.com <http://lattes.cnpq.br/7242192917328988>

4 Universidade de Vassouras. R. Est. Evaldo Silva Gomes - Bacaxá, Saquarema - RJ, diego.inacio@univassouras.edu.br; <http://lattes.cnpq.br/1768523177900088>

5 Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Av. Prof. Alberto da Silva Lavinias, 1847 - Três Rios – RJ. yanramoscardoso@gmail.com; <http://lattes.cnpq.br/1338142452164507>

6 Estação Tropical de Mudanças e Educação Ambiental de Ecossistemas Costeiros. Av. Dr. José Geraldo Bezerra de Menezes, 586 - Itaipu

24340-045 Niterói-RJ. allochio@gmail.com; <http://lattes.cnpq.br/7250588542947813>

7 Instituto Nossos Riachos. Estrada de Itacoatiara, 356 c4- Itacoatiara, Niterói- RJ, Brasil. pinheiro.martins@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-1839-133X>

RESUMO

O sistema lagunar Itaipu-Piratininga está inserido nas microbacias de Niterói, ao norte da baía de Guanabara. A rede de drenagem lagunar é composta por conjunto de pouco menos de dez riachos que com a expansão urbana da região oceânica da cidade se tornaram sujos e poluídos. Uma das formas de devolver a saúde ao ecossistema é através da restauração dos seus sistemas de drenagem fluvial. O presente estudo traz o relato da metodologia de contenção de resíduos sólidos através da ecobarreira instalada no rio João Mendes, o maior contribuinte da lagoa de Itaipu. Em pouco mais de um ano mais de 10 toneladas de resíduos e rejeitos ficaram retidos na ecobarreira, tendo sido classificados e removidos para destinação final adequada. O presente estudo demonstrou que a revitalização da saúde do sistema lagunar, passa pela restauração dos seus rios.

Palavras-chave: Microbacias de Niterói, Resíduos sólidos, Parque Estadual da Serra da Tiririca, Reserva Extrativista Marinha de Itaipu.

INTRODUÇÃO

As ecobarreiras são estruturas flutuantes instaladas transversalmente em rios, córregos ou mesmo canais que atuam na contenção e represamento de resíduos sólidos flutuantes, principalmente, materiais plásticos, descartáveis, madeira e demais sólidos em suspensão. Em sistemas hídricos costeiros, as ecobarreiras impedem que um volume considerável de lixo e resíduos avance para o mar (Wabi-Sabi, Teixeira, 2023). Trata-se de uma tecnologia que se mostrou eficiente para a coleta de resíduos flutuantes nas bacias hidrográficas, evitando a contaminação de mananciais e corpos d'água e impactos negativos na qualidade das águas e na vida aquática. Instalações de ecobarreiras flutuantes tem ganhado espaço tanto no meio urbano como no rural. A instalação tem um potencial educativo,

indicando a comunidade do entorno as possibilidades de uma revitalização fluvial. O objetivo geral do presente estudo foi o acompanhamento da efetividade da Ecobarreira do Rio João Mendes na contenção dos resíduos sólidos.

ÁREA DE ESTUDO

O rio João Mendes tem suas nascentes abrigadas pela Serra da Tiririca, um maciço costeiro cercado por amplas planícies de sedimentação, e desemboca na Laguna de Itaipu, na área de influência da Reserva Extrativista Marinha- RESEX Itaipu. A Serra separa os municípios de Niterói e Maricá no estado do Rio de Janeiro. O Parque Estadual da Serra da Tiririca – PESET- se integra em Niterói ao sistema lagunar de Itaipu através de sua zona de amortecimento, e algumas nascentes e áreas úmidas se encontram dentro do Parque. Na planície o sistema lagunar em Niterói é formado por duas lagoas, Itaipu e Piratininga, conectadas entre si pelo canal de Camboatá. O canal artificial de Camboatá foi construído visando o equilíbrio hidráulico entre as lagoas, minimizando enchentes e a proliferação de doenças como a malária (Sergipense 1997). A sub-bacia do Rio João Mendes ocupa a maior área do sistema lagunar: 14,30 Km². Está localizado entre as coordenadas geográficas 22°56'53.5"S 43°02'09.0"W, na região oceânica do município de Niterói-RJ.

METODOLOGIA

A montagem da ecobarreira foi realizada na diagonal do curso inferior do rio João Mendes, já próximo a sua desembocadura na lagoa de Itaipu, dentro do loteamento AMOLI, próximo ao trevo da avenida Central. Na estrutura foram utilizados 10 módulos de 1 metro cada que consistem em uma grade galvanizada de 50cm de altura x 1 m de largura onde foram fixados 2 tubos de pvc lacrados que funcionam como recipientes flutuantes, os módulos são presos a um cabo de aço através de argolas de metal soldadas na estrutura da grade de metal, resistente a tração, e com objetivo de reter o lixo flutuante. Devido à elevada velocidade de escoamento da água, foi instalada uma grelha metálica na extremidade direita do rio, onde finalizam os módulos, para conseguir uma maior retenção dos resíduos flutuantes. A coleta é realizada ao menos uma vez por semana pelos voluntários do projeto.

RESULTADOS

A quantidade de resíduos sólidos (lixo) que vem sendo coletado no rio João Mendes semanalmente (cerca de 175 Kg) evidencia as condições ainda precárias de saneamento.

No período entre setembro de 2022 a março de 2024 foram contabilizados 52 coletas e pesados 10.790,55 Kg de resíduos sólidos, que corresponde a aproximadamente 700kg ao mês (Queiroz et al., no prelo). A ecobarreira é essencial para a revitalização destes ambientes, visto que retém uma parcela expressiva dos resíduos, evitando que cheguem à lagoa de Itaipu, e posteriormente ao mar.

Dada a presença do ecossistema manguezal instalado as margens da lagoa de Itaipu, a ecobarreira evita a contaminação de uma área que funciona como berçário natural da biodiversidade lagunar-incluindo peixes, crustáceos, invertebrados límnicos, microorganismos.

A poluição da laguna de Itaipu provém principalmente do desague de esgotos e lixo carreados pelos corpos d' água que a alimentam: o Rio João Mendes, o córrego dos Colibris, córrego Boa Vista, Córrego Itacoatiara e Canal de Camboatá (Sarmiento-Soares et al., 2024). Destes mananciais, o córrego dos colibris recebe além de esgotos in natura lançados no rio, também os rejeitos de esgotos tratados na ETE Itaipu (Freitas, 2023). Por sua vez o Canal de Camboatá recebe a carga poluidora oriunda de despejos de esgotos tratados (ETE Camboinhas) e não-tratados lançados no próprio canal (Freitas,

op. cit.). Apesar das condições críticas de balneabilidade, a Lagoa de Itaipu continua a ser frequentada pela população local para atividades recreativas.

DISCUSSÃO

A relação entre poluição por esgoto e lixo é mais evidente quando se considera o crescimento urbano desordenado, a precariedade de infraestrutura sanitária. Se fazem necessárias ações em políticas públicas para lidar com o crescimento urbano sem prejudicar o sistema lagunar. Repensar as ações coletivas, através de uma conscientização trabalhada em ações de educação ambiental que vai desde o reuso, correto descarte até a reciclagem dos materiais.

Agradecimentos

Ao Instituto Floresta Darcy Ribeiro-Amadarcy pela parceria. A equipe do Instituto Nossos Riachos pelo apoio e logística. A Prefeitura de Niterói através do apoio da CLIN. Ao PESET- Parque Estadual da Serra da Tiririca e a RESEX Itaipu e Estação tropical de mudas e educação ambiental de ecossistemas costeiros pelo apoio e fornecimento de mudas. Ao ICMBio pela licença Sisbio no. 80891-1 para atividades de campo. A todos os voluntários por estarem conosco nos trabalhos de campo.

Referências bibliográficas

Freitas M.M. 2023. Estudo de caso na ecobarreira do rio João Mendes, Itaipu – Niterói, RJ. Monografia de bacharelado em gestão ambiental, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto Três Rios, Departamento de Ciências do Meio Ambiente. 47p.

Queiroz F. et al. (no prelo). Projeto Eco-barreira no rio João Mendes - Perspectivas do trabalho voluntário rumo a conservação do Parque Estadual da Serra da Tiririca e da Reserva Extrativista Marinha de Itaipu, além do bem-estar da população residente no sistema lagunar Itaipu- Piratininga - Niterói – RJ. Revista Ineana. 2024.

Sarmiento-Soares L.M., Martins-Pinheiro, R.F., Tanscheidt, F.S.T. Collective Córregos da Tiririca- Restoration of riparian forest in a stream contributor of Itaipu lagoon –Niterói- RJ- Brazil. Qeios 2024. <https://doi.org/10.32388/IA72E0>

Sergipense S. 1997. Estrutura de comunidades icticas do sistema lagunar de Piratininga- Itaipu, Niterói, RJ. Tese de doutorado, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

WABI-SABI, M.; TEIXEIRA, F. 2023. Eco-barreiras e o resgate do equilíbrio entre as espécies no planeta. Plataforma 9, 8 de março de 2023. Disponível em: <https://www.plataforma9p9.com/post/eco-barreiras-e-o-resgate-do-equil%C3%ADbrio-entre-as-esp%C3%A9cies-no-planeta>

ACÇÕES E PROJETOS DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL NOS COMITÊS DE BACIA HIDROGRÁFICA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

Alessandra Chacon-Pereira¹, Marcio Ranauro², Bruno Waldman³, Elaine Cristina Costa⁴, Quezia Fortunato Neves⁵, Luciene Pimentel Da Silva⁴

¹ Colégio Militar do Rio de Janeiro (CMRJ), Rio de Janeiro, Brasil e Programa de Pós-graduação em Gestão Urbana (PPG-TU), Pontifícia Universidade Católica do Paraná, e-mail: alessandrachacon@gmail.com

² Saberes - Projetos Educacionais e Socioambientais, Rio de Janeiro, Brasil, e-mail: marcioranauro@saberes.org

³ Serviço de Educação Ambiental - Instituto Estadual do Ambiente do estado do Rio de Janeiro (INEA-RJ), e-mail: bruno.inea@gmail.com

⁴ Serviço de Educação Ambiental - Instituto Estadual do Ambiente do estado do Rio de Janeiro (INEA-RJ), e-mail: elaine-costa.inea@gmail.com

⁵ Serviço de Educação Ambiental - Instituto Estadual do Ambiente do estado do Rio de Janeiro (INEA-RJ), e-mail: fortunato.inea@gmail.com

⁶ Programa de Pós-graduação em Gestão Urbana (PPGTU), Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR), Curitiba, Brasil, e-mail: pimentel.luciene@pucpr.br

RESUMO

No contexto de crises hídricas, podem ser citados como fatores agravantes o desperdício de água nas redes de abastecimento no Brasil e o estágio de degradação ambiental das bacias hidrográficas, acelerado pelo crescimento de ocupação irregular e pela carência de saneamento básico e de ações de restauração emergenciais. Esse cenário é agravado pela crise climática. Nesse contexto, os investimentos em Educação Ambiental (EA) tornam-se prioritários e, para que sejam aplicados, é fundamental que os Comitês de Bacia Hidrográfica (CBHs) discutam a EA do seu território em um espaço participativo definido como em Câmaras Técnicas ou Grupos de Trabalho. O objetivo desse estudo foi avaliar a evolução dos programas e projetos de EA nos CBHs do Estado do Rio de Janeiro observando os anos de 2013 e 2023, pré e pós crise hídrica. A metodologia envolveu mobilização dos CBHs do Rio de Janeiro por meio do envio de questionário. Foram obtidas 24 respostas, pelo menos uma de cada CBH. As respostas do questionário foram lidas e sistematizadas. Os resultados indicam que o CBH Baía da Ilha Grande manteve o número de iniciativas. Os CBHs Guandu, Médio Paraíba do Sul, Baía de Guanabara, Lagos São João, Macaé e das Ostras ampliaram consideravelmente as ações e projetos de EA nas suas bacias hidrográficas. Os CBHs Piabanha e Rio Dois Rios apresentaram projetos em desenvolvimento em parceria com outras instituições nas duas pesquisas. O CBH Baixo Paraíba do Sul não apresentou projetos nos dois levantamentos. Os CBHs que ampliaram as iniciativas em EA possuem, na pesquisa atual, Câmara Técnica ou Grupo de Trabalho de EA. Apesar da evolução da EA no âmbito CBHs, observou-se a necessidade de que sejam estabelecidas dinâmica de trabalho cooperativo e parcerias para ampliação das iniciativas em EA.

Palavras-chave: Crise hídrica. Gestão participativa. Participação social capacitada. Recursos hídricos.

INTRODUÇÃO

Em 2020 e 2021, o estado do Paraná passou por períodos de estiagem prolongados, que contribuíram para o rebaixamento dos níveis d'água dos reservatórios, levando a uma crise hídrica que se instalou na Capital Curitiba, provocando a implantação de medidas de racionamento de água (CARVALHO *et al.*, 2022). Antes disso, entre os anos de 2015 e 2017, Brasília viveu um período com situação análoga (MESQUITA *et al.*, 2018). A problemática das crises hídricas no Brasil se configurou a partir de uma seca extrema no Nordeste que se instalou a partir de 2012, e em outubro

de 2013 atingiu a Região Sudeste. Nos anos seguintes, 2014 e 2015, foram observados períodos de estiagem prolongados, o que provocou um rebaixamento dos níveis dos reservatórios, provocando conflitos pelo uso da água. A Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico desenvolveu estudos demonstrando que estes eventos podem ser considerados raros, com tempo de recorrência superior a 100 anos (ANA, 2015).

A crise hídrica de 2015 tomou proporções nacionais por ter sido palco de conflito entre os Estados do Rio de Janeiro e São Paulo, que concentram parte importante da população e atividade econômica do país. A disputa se deu sobretudo pelo uso da água da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, cuja área apresenta domínios nos Estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais (ANA, 2017).

Segundo Quintslr (2018), as crises hídricas, apesar do componente importante “natural” (falta de chuvas), são socialmente construídas. Nesse contexto, a autora chama atenção para o conhecido desperdício de água nas redes de abastecimento no Brasil, o estágio de degradação ambiental das bacias hidrográficas com acelerado crescimento de ocupação de áreas de risco, com lacunas ou ausência de saneamento básico, e necessidade de obras emergenciais.

Considerando o cenário de crises de água, os investimentos em Educação Ambiental (EA) tornam-se prioritários e, para que sejam aplicados, é fundamental que os Comitês de Bacia Hidrográfica (CBHs) discutam a EA do seu território de forma estratégica em um espaço participativo definido para esta discussão, seja uma câmara técnica ou um grupo de trabalho. A Resolução 98/2009 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos estabelece os princípios e os fundamentos para a EA. Segundo Loureiro (2011), a partir desta resolução, a EA é alçada a uma condição de instrumento de preservação dos recursos hídricos. Contudo, a sustentabilidade da gestão da água depende da efetividade social dos preceitos legais indicados pela resolução do Conselho. Para isso, este autor ressalta que se faz necessária uma maior definição dos fundamentos orientadores dos programas de EA a serem implantados na gestão das bacias hidrográficas.

Em 2013, no estado do Rio de Janeiro, Chacon-Pereira *et al.* (2016) apontaram que apenas 10 programas/projetos de EA foram implementados no âmbito dos 9 CBHs do estado, sendo que 5 destes se referem ao Programa Agenda Água na Escola, da antiga Secretaria de Estado do Ambiente (SEA), atual Secretaria de Estado do Ambiente e Sustentabilidade (SEAS). Tal cenário indica que, embora a Resolução CNRH nº 98/2009 (BRASIL, 2009) determine princípios, fundamentos e diretrizes para a criação, implementação e manutenção de programas de EA no âmbito da gestão integrada de recursos hídricos, uma baixa produção e implementação de programas e projetos de EA ocorre nos CBHs, o que demonstra lacunas na priorização da EA enquanto instrumento político-pedagógico capaz de forjar o sujeito emancipado e protagonista de mediações de conflitos socioambientais que, de certa forma, contribui para intensificar a crise hídrica e acentuar os seus efeitos.

Nesse contexto, é necessário diagnosticar as ações, projetos e programas de EA no âmbito da gestão das águas, por meio de um recorte espacial significativo. Assim, o objetivo desse trabalho foi diagnosticar as ações e projetos de EA nos CBHs do estado do Rio de Janeiro, traçando um comparativo nos anos de 2013 e 2023/2024.

O objetivo principal desse artigo consiste em analisar o diagnóstico realizado¹ para o Serviço de Educação Ambiental do Instituto Estadual do Ambiente (INEA-RJ) junto aos 9 CBHs do Estado do Rio de Janeiro. Este estudo teve como objetivo apresentar os avanços da realização de projetos de EA junto aos CBHs, e estruturar uma Formação Continuada em EA para os integrantes destes Comitês e de suas Agências de Água para a construção de estratégias de novos projetos de EA. O Diagnóstico foi realizado dentro do Programa de Mentoria aos CBHs, desenvolvido pelo Setor de Educação Ambiental do INEA/RJ, com recursos do Progestão (ANA). Tal programa foi avaliado e aprovado pelo CERHI e ajustado com sugestões trazidas pelos próprios CBHs ao longo de reuniões deliberativas.

METODOLOGIA

Elaboração e envio do questionário

A proposta metodológica envolveu mobilização dos 9 CBHs do estado do Rio de Janeiro para a realização do diagnóstico da situação e atuação em projetos de EA nas suas bacias. No âmbito da consultoria de *Formação Continuada em Educação Ambiental para Comitês de Bacia Hidrográfica do Estado do Rio de Janeiro* foi elaborado um questionário que teve como objetivo identificar ações, projetos e programas de EA desenvolvidos pelos CBHs do estado, além de Grupos de Trabalho e Câmaras Técnicas de EA. Esse questionário teve como público-alvo o(s) membro(s) responsável(is) pela área de EA de cada um dos 9 CBHs, além das respectivas Agências de Água. O questionário foi inserido como um formulário na plataforma Google Forms e foi estruturado em uma breve apresentação da pesquisa seguida de perguntas, que foram distribuídas em quatro seções: 1) identificação do respondente; 2) representação de EA do CBH; 3) projetos de EA dos CBHs; e 4) oficina de formação em EA.

O questionário foi enviado pelo INEA aos 9 CBHs em dezembro de 2023, e as respostas foram apresentadas até fevereiro de 2024.

Análise dos dados do questionário

No âmbito da pesquisa as respostas do questionário foram lidas e sistematizadas. A plataforma Google Forms organiza as respostas automaticamente em uma planilha excel, gerando gráficos das respostas objetivas. Além da planilha e dos gráficos gerados pelo Google Forms, os dados foram sistematizados em novas planilhas e gráficos e analisados qualitativamente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O questionário enviado em 2023 apresentou um total de 24 respostas, que incluem ao menos uma resposta de cada CBH e uma resposta de cada uma das respectivas Agências de Água, o que possibilita uma análise comparativa com a pesquisa de 2013.

Em 2013, 7 CBHs possuíam espaço formal de discussão de EA, exceto os CBHs Baía da Ilha Grande e Baixo Paraíba do Sul. Já em 2023, 5 CBHs mantiveram espaços específicos de EA: Guandu, Médio Paraíba do Sul, Baía de Guanabara, Lagos São João e, Macaé e das Ostras. Os CBHs Baía da Ilha Grande e Baixo Paraíba do Sul declararam não possuir espaço formal de EA nas duas pesquisas, 2013 e 2023.

¹ O Diagnóstico das Ações e Projetos de Educação Ambiental dos Comitês de Bacia Hidrográfica do estado do Rio de Janeiro foi elaborado pela empresa Saberes, no contexto da consultoria especializada para Formação Continuada em Educação Ambiental para Comitês de Bacias Hidrográficas do Estado. O diagnóstico foi realizado para embasar os conteúdos e metodologias das oficinas e mentorias de apoio à construção de projetos estratégicos de EA junto aos Comitês de Bacia. Sua realização se deu em replicação a outra pesquisa realizada pelo INEA em 2013, com o mesmo intuito, permitindo comparações e análises dos avanços dos projetos e ações de EA protagonizados pelos Comitês e suas Agências de Bacia.

Já os CBHs Piabanha e Rio Dois Rios, que no passado relataram possuir espaço para discussão de EA, declararam não possuir tais espaços na pesquisa atual.

Alguns dos 5 CBHs citados acima, que mantiveram espaços formais de EA, trocaram o tipo de espaço, alternando, por exemplo, de uma Câmara Técnica para um Grupo de Trabalho ou vice-versa. Isto demonstra que novos colegiados continuam dialogando sobre EA, apesar das variações estruturais naturais que um CBH passa ao longo do tempo.

É válido que, no âmbito do CBH Piabanha, dois participantes mencionaram que o espaço de EA foi fechado por diferentes motivos. Um participante relatou que o espaço formal de EA foi desfeito devido a falta de participação e com intuito de incluir a temática nas demais Câmaras Técnicas ou Grupos de Trabalho, mas não funcionou bem. Outro participante informou que, segundo seu entendimento, o Grupo de Trabalho de EA foi encerrado por considerarem que a EA faz parte do trabalho de todos os Grupos de Trabalho.

Sobre os projetos dos CBHs de Bacia Hidrográfica apresentados em 2013, os dados estão representados na Tabela 1.

Verifica-se que dos 9 CBHs do estado do Rio de Janeiro, 6 participaram do Programa Agenda Água na Escola. Dos 6 CBHs participantes, 3 (CBH Rio Dois Rios, CBH Piabanha e CBH Médio Paraíba do Sul) apresentaram como única ação de EA o Programa Agenda Água na Escola². Enquanto 2 Comitês (CBH Baixo Paraíba do Sul e CBH Baía de Guanabara) não apresentaram nenhuma parceria ou ação de EA desenvolvidas até novembro de 2013. Ou seja, 5 dos 9 CBHs do estado do Rio de Janeiro não apresentaram propostas próprias de projetos ou programas de EA ou não possuíam iniciativas na área.

Tabela 1- Tabela de projetos de Educação Ambiental dos Comitês de Bacia Hidrográfica do Rio de Janeiro desenvolvidos em 2013, a partir de CHACON-PEREIRA *et al.*, 2016.

Comitê de Bacia Hidrográfica (CBH)	Programas/Projetos de EA na Bacia (em 2013)
CBH da Baía da Ilha Grande	Coleta de Óleo (PROVE-INEA). - Programa de Certificação de Compensação por Emissões de Carbono
CBH Guandu	- Programa Agenda Água na Escola (SEAS)
CBH Médio Paraíba do Sul	- Programa Agenda Água na Escola (SEAS)
CBH do Rio Piabanha	- Programa Agenda Água na Escola (SEAS)
CBH Baía de Guanabara	-
CBH Lagos São João	- Programa Agenda Água na Escola (SEAS), realizado em 2010 - Circuito Regional de EA - Projeto Ação Água - Projeto Diagnóstico Participativo da EA no ensino formal nos municípios do CBH (em elaboração) - Projeto Gênero, Água e Saneamento na Bacia (em elaboração)
CBH Rio Dois Rios	- Programa Agenda Água na Escola (SEAS)

2 O Programa Agenda Água na escola foi desenvolvido pela Secretaria de Estado do Ambiente e Sustentabilidade (SEAS). Ao todo, participaram deste Programa 16 escolas, 320 alunos e 128 professores, além de técnicos e lideranças locais. O Programa, inserido na tendência crítica da educação ambiental, teve como objetivo principal a formação de jovens gestores ambientais de água e floresta através de cursos, oficinas e, principalmente, expedições ambientais para alunos de escolas públicas. Sensibilizando professores e alunos, o programa desenvolveu, de forma participativa, um diagnóstico socioambiental, promoveu a coleta da água, elaborou relatórios e organizou dados do monitoramento da qualidade da água.

Comitê de Bacia Hidrográfica (CBH)	Programas/Projetos de EA na Bacia (em 2013)
CBH Macaé e das Ostras	- Monitoramento Ambiental dos mananciais do Rio São Pedro
CBH Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana	- Não possui no momento, mas já participou do Programa Agenda Água na Escola (SEAS)

Portanto, apenas 4 CBHs do estado do Rio de Janeiro desenvolviam naquele período ações específicas, independente de programas e projetos concebidos por órgãos ambientais. Ainda assim, uma análise aprofundada destes 4 CBHs mostra que 2 deles (CBH Baía da Ilha Grande e CBH Lagos São João) estavam ligados a propostas governamentais em um dos projetos desenvolvidos. É o caso do projeto de Coleta de Óleo³ do CBH Baía da Ilha Grande, alicerçado no programa de Coleta de Óleo PROVE, concebido pelo órgão ambiental INEA.

A Tabela 2 apresenta um panorama geral das ações e projetos de EA dos CBHs do Estado do Rio de Janeiro que foram apresentadas pelos participantes das Agências de Água e membros dos CBHs no questionário diagnóstico enviado em 2023.

Em relação as ações e os projetos de EA dos CBHs do estado do Rio de Janeiro em 2013 e 2023, de maneira geral, houve uma evolução ao longo de um período de 10 anos.

Alguns CBHs que, em 2013, possuíam como única iniciativa o Programa Agenda Água na Escola, passaram a apresentar ações e projetos de autoria própria, como é o caso dos CBHs Médio Paraíba do Sul e Rio Dois Rios. Em 2013, o CBH Baía de Guanabara não possuía nenhuma ação ou projeto de EA e, atualmente, desenvolve diversas iniciativas, além de um Plano de EA para os seus 6 Subcomitês, o que vai gerar novos projetos em toda a bacia. Esse avanço indica que a EA passou a figurar de forma mais estruturante junto a alguns CBHs, que investem em diferentes ações, para públicos diversos e com estratégias variadas, indicando um refinamento dos investimentos em EA para a gestão integrada dos recursos hídricos.

Tabela 2- Ações e projetos de Educação Ambiental em desenvolvimento e pretendidos a médio e longo prazo, de acordo com as respostas apresentadas no questionário diagnóstico enviado em 2023.

RH / CBH	Ações e Projetos de EA em desenvolvimento em 2023	Recursos pré-aprovados para ações e projetos de EA
RH I - CBH da Baía da Ilha Grande (BIG)	- Apoio ao Programa "Não Jogue o seu óleo pelo Ralo" - Cartilha de Educação Ambiental para escolas do município	- Contratação de empresa de comunicação e educação ambiental

³ Projeto de coleta de óleo usado na região da Costa Verde (Paraty, Angra dos Reis e Rio Claro) que teve como objetivo diminuir o impacto causado pelo óleo vegetal saturado derramado diretamente no solo e na rede de esgoto. A estratégia ocorreu por meio da instalação de pontos de coleta certificados pelo PROVE-INEA nas associações de moradores, empresas, instituições e escolas.

RH / CBH	Ações e Projetos de EA em desenvolvimento em 2023	Recursos pré-aprovados para ações e projetos de EA
RH II - CBH Guandu	- Elaboração dos Programas Municipais de Educação Ambiental (ProMEAs) para 13 municípios da Bacia do Guandu - Elaboração dos Planos Municipais de Mata Atlântica - Edital de fomento a projetos de educação ambiental 008/2019 - Capacitação em Indicadores de Políticas Públicas de Educação Ambiental (ANPPEA) - Ações de Comunicação voltadas a educação e conscientização ambiental (Concurso Cine Guandu, Fiscal das Queimadas, Amigos do Guandu e Podcast Quanto Vale a Água)	- Plano de Educação Ambiental em elaboração, com previsão de entrega no primeiro semestre de 2024
RH III - CBH Médio Paraíba do Sul	- Espaço "Cílios do Paraíba" - Pedal das Águas - Campanha de Queimadas - Caravana das Águas	- Plano de Educação Ambiental será elaborado, com previsão de entrega no primeiro trimestre de 2024
RH IV - CBH do Rio Piabanha	- PRISMAS - CEIVAP - Expedição Nascentes do Paraíba	- Planejamento 2024 prevê contratação de empresa para execução de ações de EA -Previsão de elaboração de projeto de mobilização em toda a RH para capacitação em EA de professores de escolas públicas e privadas
RH V - CBH Baía de Guanabara	- Elaboração de Diretrizes de Educação Ambiental -Consolidação da metodologia de preenchimento dos instrumentos do Protocolo de Governança do Observatório das Águas - Construção do III Encontro de Educação Ambiental do Comitê -Consolidação dos Eixos dos " Documentos Técnicos CTEM" - Estruturação das "Rodas de Diálogos e Saberes CTEM 2024"	- Plano de Educação Ambiental - Apoio a 10 projetos de Educação Ambiental nos territórios dos 6 Subcomitês

RH / CBH	Ações e Projetos de EA em desenvolvimento em 2023	Recursos pré-aprovados para ações e projetos de EA
RH VI - CBH Lagos São João	- Curso de Capacitação em Gestão de Recursos Hídricos - Produção de Vídeos Educativos - PEA Sobara - Projeto Gênero, Água e saneamento (2022) - Projeto Imersão	- Programa Gênero, Água e Saneamento
RH VII - CBH Rio Dois Rios	- Projeto de Monitoramento Participativo AGente das Águas	- Projeto de Monitoramento Participativo AGente das Águas
RH VIII - CBH Macaé e das Ostras	- Comitê nas Escolas - Agroecologia nas Montanhas - Eventos anuais (Fóruns “Sociedade Civil” e “Água e Juventude”) - Educomunicação Socioambiental em Boletins Informativos e Publicações nas redes sociais	- Impressão do Jogo da Região Hidrográfica VIII em versão ampliada - Comitê nas comunidades - Projeto Águas para o Futuro - Educação Ambiental de projetos em andamento: - Caderno de Registro e Divulgação de experiências agroecológicas na RH VIII - Placas Indicativas - Ações de capacitação de membros do CBH Macaé Ostras
RH IX- CBH Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana	- Programa de Educação Ambiental do CBH BPSI (em elaboração)	- Realização de ações de EA - Previsão de abertura de um Edital de Projetos de EA (especificações do Edital a definir)

Comparando as tabelas de projetos dos dois períodos (Tabelas 1 e 2), pode-se constatar que o CBH Baía da Ilha Grande manteve o número de iniciativas, enquanto os CBHs Guandu, Médio Paraíba do Sul, Baía de Guanabara, Lagos São João, Macaé e das Ostras ampliaram consideravelmente as ações e projetos de EA nas suas bacias hidrográficas. Por exemplo, o CBH Baía de Guanabara não possuía nenhuma ação ou projeto de EA em 2013. A pesquisa atual verificou que esse CBH passou a apresentar múltiplas ações e projetos na área, além de perspectivas futuras de apoio a 10 projetos nos territórios dos 6 Subcomitês.

Apesar dos CBHs Piabanha e Rio Dois Rios não possuírem espaço formalizado para discutir EA, esses CBHs apresentaram projetos de EA em desenvolvimento.

O CBH Piabanha apresentou projetos realizados em parceria com o Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (CEIVAP), o PRISMAS (Projetos Participativos de Incremento de Serviços Ambientais na Microbacia Alvo) e a Expedição Nascentes do Paraíba. Semelhante ao Programa Agenda Água na Escola, da Secretaria de Estado do Ambiente e Sustentabilidade (SEAS) em parceria com os CBHs do estado do Rio de Janeiro. Os dois projetos citados não são de autoria do CBH Piabanha. É válido mencionar que os CBHs Médio Paraíba do Sul, Rio Dois Rios e Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana apesar de estabelecerem parceria com CEIVAP nos projetos PRISMAS e Expedição Nascentes do Paraíba não mencionaram tais projetos no formulário diagnóstico.

Por sua vez, o CBH Rio Dois Rios possui uma Câmara Técnica Única que é responsável pelo acompanhamento do único projeto do CBH, o Projeto Agente das Águas, realizado em parceria com a Fiocruz.

Em contrapartida, o CBH Baixo Paraíba do Sul, após 10 anos, ainda não apresenta projetos de EA em desenvolvimento, apesar de relatar que o Programa de EA do CBH está em fase de construção.

CONCLUSÕES

Nos dez anos após a primeira avaliação dos programas e projetos de EA nos CBHs do Estado do Rio de Janeiro foram observados retrocessos e evoluções.

Os CBHs que nos levantamentos de 2013 e 2023 não possuíam Câmara Técnica ou Grupo de Trabalho de EA apresentaram déficit qualitativo e/ou quantitativo de ações e projetos na área quando comparados aos demais CBHs. Assim, após 10 anos, verifica-se que continua sendo fundamental que os CBHs discutam a EA do seu território em um espaço participativo definido para esta discussão, seja este espaço uma Câmara Técnica ou Grupo de Trabalho. Para isso, o Serviço de EA do INEA vem desenvolvendo ações de Formação Continuada em EA para os membros dos CBHs e das Agências de Água, numa perspectiva de replicar ações de formação regulares, acompanhando as trocas de membros dos CBHs e a sua construção de estratégias de EA para cada bacia.

Importante também o estabelecimento de uma dinâmica de trabalho cooperativo maior entre membros dos CBHs e equipes técnicas das Agências de Água, por serem estas a elaborarem os projetos executivos em EA e a promoverem a sua realização através de contratações e editais públicos.

Sobre essa ação cooperativa entre CBHs e Agências de Água, alguns relatos qualitativos apontaram para a necessidade de se estabelecerem parcerias entre as bacias, como forma de potencializar projetos e estratégias comuns de EA. Mesmo operando em territórios distintos, as bacias hidrográficas se sobrepõem aos municípios, o que ressalta a importância das ações coordenadas e potencializadas entre aqueles CBHs com mais recursos e mais organizados para operar ações de EA. Neste caso, além de ações de Formação Continuada que possam promover sinergias entre CBHs, a realização de encontros como o ECOB – Encontro Estadual de CBHs podem trazer em suas programações momentos de trocas de experiências em projetos de EA, ou mesmo proporcionar espaços de planejamento cooperativo.

Além disso, ressalta-se a importância do estabelecimento de parcerias, em especial para os CBHs que não contam com grandes dotações orçamentárias para a EA, ou aqueles que não possuem espaços formais de EA, representados nessa pesquisa pelos CBHs Piabanha, em parceria com CEIVAP, e Rio Dois Rios, que apresenta projeto em parceria com a Fiocruz. As parcerias com CBHs federais, universidades, Unidades de Conservação, órgãos públicos, gestões municipais, entre outros, podem gerar resultados positivos para o estado no âmbito da EA para gestão das águas e servir como motivador inicial de discussões sobre EA nas bacias hidrográficas.

Conclui-se, portanto, que os caminhos não devem ser limitadores e a multiplicidade de trilhas pode enriquecer a EA para gestão de recursos hídricos no estado do Rio de Janeiro.

Agradecimentos

Ao CNPq pelo apoio financeiro através do Edital Universal Processo no. 423.287/2021-4. À Fundação Araucária pelo financiamento da Rede NAPI – Emergências Climáticas. E à Agência Nacional de Águas, por meio do Progestão que viabilizou financeiramente o Programa de Mentoria aos CBHs, incluindo o Diagnóstico de EA nos CBHs.

Referências Bibliográficas

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUA E SANEAMENTO BÁSICO. Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil Informe 2014. Encarte Especial sobre Crise Hídrica. Brasília: ANA, 2015.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUA E SANEAMENTO BÁSICO. Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2017: relatório pleno. Brasília: ANA, 2017

CARVALHO, T. S., VALE, V. A., & BARREIRO DE SOUZA, K. Impactos econômicos da crise hídrica na região metropolitana de Curitiba em 2020. Revista Paranaense De Desenvolvimento - RPD, 42(140), 2022. Recuperado de <https://ipardes.emnuvens.com.br/revistaparanaense/article/view/1170>

CHACON-PEREIRA, A; NEFFA, E.; PIMENTEL DA SILVA, L.; BARBOSA, G.; FORMIGA-JOHNSSON, R. M. Educação ambiental e gestão participativa nos comitês de bacia hidrográfica do estado do Rio de Janeiro. Revista Interface, n. 12, p. 70-83, 2016.

LOUREIRO, C. F. B.; GOMES, G. F. A. Resolução nº 98/2009 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos e a educação ambiental para a gestão das águas. Diálogo, São Paulo, n. 8, 2011.

MESQUITA, L. F. G.; LINDOSO, D.; RODRIGUES FILHO, S. Crise hídrica no Distrito Federal: o caso da Bacia do Rio Preto. Revista Brasileira de Climatologia. Ano 14, Vol. 23. 2018. DOI: <https://doi.org/10.5380/abclima.v23i0.56642>

QUINTSLR, S. The “two faces” of water crisis: scarcity and water access depoliticisation in Rio de Janeiro Metropolitan Region. **Sustainability in Debate**, 9(2), 88–101, 2018. DOI: <https://doi.org/10.18472/SustDeb.v9n2.2018.26702>

ANÁLISE DE PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA ÁGUA E ASPECTOS SOBRE SUA DISTRIBUIÇÃO NO MUNICÍPIO DE ITABORAÍ-RJ

Antônio Cláudio Moura Ferreira de Souza¹, Sumaia Hottes², Naara Campos Oliveira Dias³, Vitória Silva Souza⁴, Neyse de Carvalho Ribeiro⁵ & Vicente de Paulo Santos Oliveira⁶

Instituto Federal Fluminense, Rua Izaura Pantoja, n° 167-333, Nova Cidade, Itaboraí - RJ. ¹claudio.acmfs@gmail.com, ²sumaiahottes@hotmail.com, ³naaracamposoliveiradias@gmail.com, ⁴vivisouza@gmail.com, ⁵neysecarvalho85@gmail.com, ⁶vicentepsoliveira@gmail.com

RESUMO

A água potável é um recurso vital para a sobrevivência e o bem-estar do ser humano. No entanto, a falta de acesso à água potável não apenas compromete a saúde e segurança das comunidades, mas também impede o desenvolvimento socioeconômico. Nesta pesquisa, foram pormenorizados dados disponibilizados pelo Governo Federal, acerca dos parâmetros adotados para análise de água doce, que atendam ao padrão de potabilidade dos recursos hídricos coletados pela Administração Pública. A fim de caracterizar alguns aspectos das águas que contribuem para o abastecimento do município de Itaboraí, foram realizadas duas coletas em diferentes períodos em quatro pontos que desaguam no rio Caceribu. Para tal, foram analisados o oxigênio dissolvido (*in loco*), pH, temperatura (*in loco*), turbidez, resíduo total e nitrogênio e fósforo totais. Foram utilizados instrumentos e kits prontos para análise dos parâmetros e os valores obtidos foram comparados aos estabelecidos pela resolução CONAMA n°357/05 para águas classe 2 e 3. O parâmetro oxigênio dissolvido foi inferior ao mínimo estabelecido pela legislação no ponto correspondente ao rio Tingidor na primeira coleta e em todos os pontos da segunda coleta, os parâmetros nitrogênio e fósforo totais apresentaram valores acima do limite máximo em todos os pontos analisados, tendo os demais parâmetros sido enquadrados na supracitada legislação. Ato contínuo, fora realizada pesquisa quantitativa dentro das delimitações do território de Itaboraí, na qual cerca de 122 habitantes foram entrevistados acerca da qualidade da água que chegava em suas residências, a fim de comparar a qualidade da água obtida conforme dados das amostras, com o recurso hídrico captado e destinado aos cidadãos.

Palavras-chave: Recursos hídricos, Segurança hídrica; Saúde Pública. Acesso à informação, Parâmetros físico-químicos.

INTRODUÇÃO

A preservação da água é fundamental para garantir a sua disponibilidade para as futuras gerações, sendo certo que, conforme constatado pelo “Painel Saneamento Básico”, cerca de 244.416 pessoas habitam a cidade, ao passo que 193.000 pessoas não possuem acesso à água potável. Segundo dados coletados junto ao aplicativo “Atlas Águas e Esgotos”, Itaboraí é abastecida por dois grandes afluentes, dentre eles o Rio Caceribu e Macacu, aquele possui sua nascente nas serras de Rio Bonito e deságua na Baía de Guanabara (Figura 01), conforme constatado pelo INEA – Instituto Estadual do Ambiente – 2009, junto ao Comitê Baía de Guanabara (CBH-BG), disponibilizado no sítio eletrônico - Instituto Estadual do Ambiente (inea.rj.gov.br).

Destarte isto, de acordo com a análise dos dados disponibilizados pelo Governo Federal, através do aplicativo “Atlas Águas e Esgoto” constatou-se a capacidade de captação das águas do canal Imunana (Rios Macacu e Guapiaçu), no montante de 7000 L/s, sendo este montante responsável pelo abastecimento das cidades de Niterói e São Gonçalo.

A distribuição dos recursos hídricos captados é direcionada aos reservatórios Amendoeira e Itaboraí, sendo certo que as estações de tratamento de Marambaia, Porto das Caixas e Manilha (ETA – Marambaia / ETA – Porto das Caixas / ETA Manilha), realizam a captação para o município de Itaboraí, sendo a atividade desenvolvida pela Administração Pública Indireta.

Ressalta-se que o “Plano Municipal de Água e Esgoto do Município de Itaboraí” elaborado pelo Governo Municipal em 2014, à luz da Lei Federal 11.445/2007 (Política Nacional de Saneamento Básico) e Decreto 7.217/2010 (Diretriz Nacional para o Saneamento Básico), prevê plano para o sistema de abastecimento de água do município de Itaboraí para um lapso temporal de 35 anos, com seu início no ano de 2015 e término para 2045.

Ocorre que, os dados apresentados pelo governo não são positivos, tendo em vista a proximidade do término do lapso temporal para a conclusão das metas propostas no plano municipal, considerando, ainda, que os dados apresentados pelo Governo Federal apontam que mais de **79,0% da população não possui acesso à água potável**, ao passo que o referido plano municipal tem como primazia a distribuição de água potável para 95% da população total de Itaboraí.

Desta forma, com o levantamento dos dados pesquisados junto ao INEA – Instituto Estadual do Ambiente, ANA – Agência Nacional de Águas, Painel Saneamento Brasil, Atlas Águas e Esgoto – Aplicativo criado pelo Governo, e Plano Municipal de Água e Esgoto do Município de Itaboraí, notou-se que as informações levantadas foram eficazes, para que, estudos mais elaborados acerca da distribuição de água no município fossem realizados, com a intenção de interpor os dados obtidos ao **RH V – Comitê da Região Hidrográfica da Baía de Guanabara e dos Sistemas Lagunares de Maricá e Jacarepaguá** no intuito de alcançar propostas e soluções a fim de reduzir impactos sociais e até mesmo erradicar choques ambientais presentes no território municipal.

Destaca-se, ainda, que os corpos hídricos observados, encontram-se dentro dos limites do município e deságuam no Rio Caceribu e Baía de Guanabara, sendo os seguintes corpos d’água objetos do presente, a saber; o Rio Tingidor (JO01), Rio Várzea (RVo2), Rio do Gado (VD03) e Rio da Vargem (IFF04).

MATERIAL E MÉTODOS

Para realização do presente trabalho foi feita pesquisa bibliográfica nas bases de dados Google Acadêmico, Scielo Brasil, Scisearch.gov, nas quais foi possível extrair dos documentos, dados relevantes para a sustentação da pesquisa, ressaltando-se a utilização da “Avaliação da qualidade da Água de Bacias Hidrográficas Através da Ferramenta do Índice de Qualidade da Água – IQA” bem como a análise do “Plano Municipal de Água e Esgoto do Município de Itaboraí”.

A bacia hidrográfica objeto do presente estudo é o Rio Caceribu, que possui 822,4 km² de área e 60 quilômetros de extensão, representando cerca de 20% da área continental que contribui para a Baía de Guanabara (BG).

Desta forma, após a análise bibliográfica, foi realizada pesquisa em campo dentro do território de Itaboraí, onde foram feitas 2 coletas de água em 4 localidades no município; Ponto A – JO01 (Rio Tingidor), Latitude 24°44’53”S, Longitude 42°52’41”W; Ponto B – RVo2 (Rio Várzea), Latitude 22°44’53”S, Longitude 42°51’50”W; Ponto C – VD03 (Rio do Gado), Latitude 22°44’03”S, Longitude 42°59’58”W e Ponto D – IFF04 (Rio da Vargem), Latitude 22°45’01”S, Longitude 42°42’19”W (Figura 01). Os pontos foram escolhidos por se localizarem em comunidades próximas ao Instituto Federal Fluminense - Campus Itaboraí, as coletas foram realizadas nos dias 21/12/2023 e 13/03/2024 na parte da manhã e tarde, respectivamente. Ambos os dias estavam ensolarados, sem precipitação e a coleta foi feita a

cerca de 10 a 20 cm da superfície.

Figura 01: Mapa com localização dos pontos de coleta de amostra d’água.



Fonte: <https://mygeodata.cloud/map/>, 2024.

À exceção das análises feitas no próprio local todas as medições foram realizadas nas dependências dos laboratórios de Química do Instituto Federal Fluminense Campus Itaboraí. Os parâmetros Oxigênio Dissolvido (OD) e Temperatura (T) foram determinados *in loco*, com medidor portátil e termômetro, sendo também os parâmetros pH e turbidez determinados por via instrumental, por limitações técnicas tanto o Nitrogênio Total (NT) como o Fósforo Total (PT) foram determinados via kit colorimétrico, o parâmetro Resíduo Sólido Total (RT) foi determinado via evaporação, conforme Tabela 01.

Estas corresponderam a duas de quatro coletas a serem realizadas durante o período de 1 ano. As amostras coletadas foram acondicionadas em frascos de polietileno de 1L e mantidas refrigeradas durante seu transporte. Quando necessário as análises foram realizadas em duplicata tendo sido expresso o valor médio obtido. As análises realizadas com os kits colorimétricos foram realizadas conforme instruções do fabricante, e a coloração gerada foi comparada com escala de concentração também fornecida pelo mesmo, sendo que para estimação do fósforo foi necessário fazer a diluição de 2,5 mL das amostras em 2,5 mL de água destilada conforme recomendação do fabricante para que os valores pudessem ser lidos na escala fornecida. Os valores obtidos foram comparados aos estabelecidos pela Resolução CONAMA nº357/2005 para águas classes 2 e 3.

Tabela 01: Parâmetros e metodologias utilizadas para as análises.

Parâmetro físico-químico	Equipamento/Metodologia
Oxigênio dissolvido	Medidor de oxigênio dissolvido portátil DO ECO marca (versão V2.06) - AKSO
pH	pHmetro digital Instrutherm – Modelo pH 5000
Temperatura	Termômetro digital Pyromed
Turbidez	Turbidímetro PoliControl – Modelo AP2000
Nitrogênio Total	ECOKIT da marca Alfakit (método colorimétrico)
Fósforo Total	ECOKIT da marca Alfakit (método colorimétrico)
Resíduo Total	Evaporação

Ademais, foi realizada uma pesquisa quantitativa, na qual 122 pessoas foram submetidas a um questionário com perguntas pertinentes aos parâmetros analisados. As pessoas alcançadas pelas pesquisas são de todas as partes da cidade.

Os dados obtidos na pesquisa bibliográfica foram confrontados com as informações obtidas nos sites INEA – Instituto Estadual do Ambiente, Atlas Águas e Esgoto, Painel Saneamento Brasil e CONAMA.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Determinação dos parâmetros físico-químicos

As propriedades físico-químicas das águas possuem fundamental importância para o desenvolvimento das diferentes formas de vida neste meio e seus usos, de tal forma que a determinação destes parâmetros se apresenta como uma ferramenta primordial para a avaliação e classificação dos corpos hídricos, conforme também previsto pela Lei nº 9.433 da Política Nacional de Recursos Hídricos (BRASIL, 1997).

Os resultados da determinação dos parâmetros analisados para os 4 pontos para a 1ª coleta (21/12/2023) e para a 2ª coleta (13/03/2024) seguem dispostos na Tabela 02.

Tabela 02: Parâmetros físico-químicos das amostras coletadas em 21/12/2023 e 13/03/2024 e valores de referência segundo norma padrão para águas classe 2 e 3.

Pontos	OD (mg/L)	pH	T (°C)	NT (mg/L)	PT (mg/L)	Turbidez (NTU)	RT (mg/L)
JO01 - 1ª coleta	0,6	8,06	29,3	3,74	1,96	52,9	473
JO01 - 2ª coleta	0,0	7,49	33,0	2,53	1,63	49,0	489
RVo2 - 1ª coleta	22,6	7,79	30,4	4,34	1,30	30,8	272
RVo2 - 2ª coleta	0,4	7,50	32,0	3,74	1,14	33,0	331
VDo3 - 1ª coleta	76,9	7,81	34,1	3,74	0,81	13,9	382
VDo3 - 2ª coleta	3,0	7,64	30,8	3,74	0,19	21,0	319
IFFo4 - 1ª coleta	9,7	7,59	34,5	3,74	1,63	35,1	264
IFFo4 - 2ª coleta	0,63	7,77	29,5	3,43	1,30	40,0	346
CONAMA n° 357/05	≥4	6,0 a 9,0	-	2,18 *	0,15	100	500
Águas Classe 3							

*Valor limite de referência na legislação para águas classe 2.

O parâmetro Oxigênio Dissolvido (OD), crucial para o desenvolvimento de organismos aeróbicos, é um indicador de poluição por matéria orgânica, sendo que águas não poluídas devem estar saturadas de oxigênio. Dentre os pontos analisados na primeira coleta apenas o ponto JO01 Rio Tingidor apresentou valor abaixo do preconizado na legislação, igual a 0,6 mg/L, tendo o melhor resultado, 76 mg/L sido observado no ponto VDo3. Porém, para as amostras coletadas em março os pontos RVo2, VDo3 e IFFo4 apresentaram resultados significativamente menores quando comparados a coleta de dezembro, de tal forma que em todos os pontos o OD foi abaixo do mínimo estabelecido que é de 4 mg/l, tal resultado pode ser explicado pela dificuldade de aeração devido a um menor fluxo de água no dia. Nestes locais foi observada a ausência de peixes, e a manifestação de forte odor, circunstâncias normalmente causadas por condições anaeróbicas (SPERLING, 1996, *apud*. GLÓRIA *et al.*, 2017).

No que se refere ao pH, os valores encontrados para todos os pontos tiveram poucas variações, sendo que todos se enquadraram dentro do intervalo de referência disposto na CONAMA nº 357/05. O conhecimento do pH se faz relevante uma vez que está ligado a ocorrência de corrosão nos sistemas de abastecimento de água. Fenômenos naturais como chuvas e a dissolução de rochas tendem a elevar o pH do corpo hídrico, ao passo que, fontes antropogênicas como despejos domésticos ou industriais contribuem para o decréscimo do pH (SPERLING, 2005).

Apesar da CONAMA nº 357/05 não especificar valores para a temperatura este parâmetro se faz relevante uma vez que pode afetar a solubilidade do oxigênio dissolvido assim como a de outros materiais, acelerar reações químicas e biológicas, sendo um fator limitante para o desenvolvimento de algumas espécies. Nos pontos monitorados os valores de temperatura ficaram compreendidos entre 29,5°C e 34,5°C. Este parâmetro é influenciado por aspectos naturais como a exposição solar (ALVES, 2008).

O nitrogênio total composto pelas contribuições da amônia (forma mais reduzida), nitrito e nitrato (forma mais oxidada), tem origem tanto natural como antropogênica, sendo esta última mais significativa devido a despejos domésticos e industriais, excrementos animais e fertilizantes (SPERLING, 2005). A CONAMA nº 257/05 traz como valor limite de referência 2,18 mg/L para ambientes lóticos. Para ambas as amostragens todos os pontos analisados apresentaram valores acima dos recomendados pela legislação base, porém de forma geral houve redução do nitrogênio total da primeira para a segunda coleta, o ponto correspondente a primeira amostragem do Rio Várzea apresentou maior teor de nitrogênio total, 4,34 mg/L, sendo o menor valor, 2,53 mg/L, correspondente ao Rio Tingidor na segunda coleta.

Assim como o nitrogênio, o fósforo é um nutriente fundamental para o desenvolvimento dos organismos vivos, e em desequilíbrio também contribui para o processo de eutrofização das águas, sendo sua elevada concentração produto de ações antrópicas como despejo de efluentes. Considerando o limite estabelecido pela CONAMA nº 357/05 para ambientes lóticos, como é caso dos córregos analisados, que é de 0,15 mg/L, os resultados de ambas as coletas foram bastante elevados para todos os pontos em questão, sendo os menores valores os encontrados para o ponto VDO3 em ambas as coletas, por sua vez o ponto JO01, apresentou os maiores valores de fósforo total para ambos os meses (SPERLING, 2005).

A turbidez por sua vez está associada a presença de sólidos dissolvidos ou em solução, cuja presença interfere na da passagem da luz, causando aparência turva, que além de causar aspecto estético indesejável também interfere no processo fotossintético, afetando a produtividade de plantas e peixes. Todos os pontos de estudo apresentaram valores de turbidez dentro do limite disposto na legislação, 100 NTU, porém cabe ressaltar que os pontos situados dentro de perímetros urbanos (JO01, RVO2 e IFFo4), apresentaram os valores mais elevados.

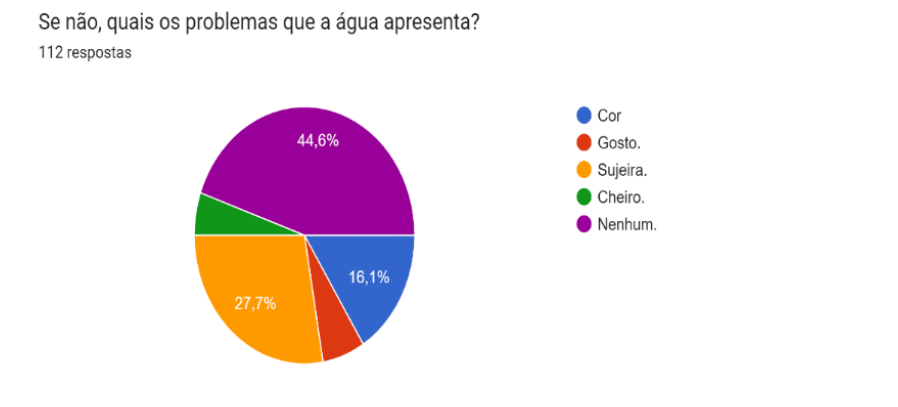
Em relação aos resíduos sólidos totais, que são compostos pelos sólidos dissolvidos (fixos e voláteis) e os em suspensão (sedimentáveis e não sedimentáveis), a legislação estabelece como parâmetro para águas classe 2 e 3 o limite de 500 mg/L, de tal forma que todos os pontos monitorados ficaram abaixo deste limite máximo, o maior valor foi o medido para o ponto JO01 no mês de março, e o menor o ponto RVO2 no mês de dezembro.

Estudo

A presente pesquisa ainda revelou que, não obstante aos dados dos parâmetros anteriormente analisados, grande parte da população não possui acesso à água potável, ressaltando-se que esta problemática

afeta a saúde dos cidadãos. Dados obtidos junto ao Painel Saneamento Brasil em 2021, alertam para 19 internações envolvendo doenças de veiculação hídrica. Não obstante aos dados apresentados pelo Poder Público, muitos dos entrevistados relataram sintomas relacionados a doenças de veiculação hídrica (Figura 02).

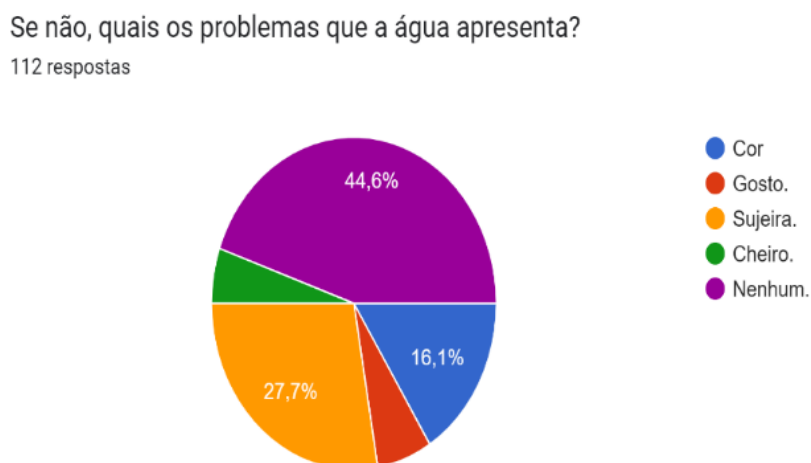
Figura 02: Gráfico demonstrativo de quadro de doenças de veiculação hídrica.



A pesquisa aponta que a maioria da população afetada se encontra na zona urbana do município, isto porque o sítio eletrônico “aguasesaneamento.org.br” revela que dos 244.416 habitantes, cerca de 239.657 estão localizadas na zona urbana da cidade.

Contudo, não obstante os dados apresentados, bem como os afluentes responsáveis abastecimento de água de grandes cidades como São Gonçalo e Niterói, o município de Itaboraí sofre não apenas com a falta de água, mas também com a falta de tratamento adequado destes recursos, conforme relatado pelos moradores (Figura 03).

Figura 03: Gráfico com demonstrativo dos problemas que a água apresentou.



Ademais, destarte os dados obtidos através das entrevistas com os habitantes, notou-se que a distribuição da água com os problemas relatados à “Figura 03”, são vetores para disseminação de doenças por veiculação hídrica.

CONCLUSÃO

A análise de parâmetros físico-químicos de alguns pontos de rios importantes para o abastecimento da região de Itaboraí-RJ se mostrou relevante para estimar a qualidade da água nos mesmos. Dentre os parâmetros físico-químicos analisados, o oxigênio dissolvido apresentou valor abaixo do mínimo recomendado pela legislação apenas para o ponto do Rio Tingidor na coleta de dezembro, porém houve redução significativa do valor deste parâmetro quando comparada com a segunda amostragem na qual todos os pontos se apresentaram abaixo do mínimo estabelecido na legislação. Tanto nitrogênio total quanto o fósforo total apresentaram valores acima dos preconizados pela legislação para águas classe 2 e 3. Apesar dos demais parâmetros estarem dentro do estabelecido, estes resultados são um indicativo de que ao menos os pontos analisados encontram-se impróprios para uso humano diverso, hipótese esta que pode ser corroborada com a realização de outras análises relevantes para este diagnóstico como a DBO_5 e coliformes termotolerantes, que serão a continuidade deste estudo.

Desta forma, tendo em vista o caráter educacional do projeto de pesquisa, bem como, diante dos inúmeros levantamentos estatísticos realizados, demonstrou-se necessário a criação de uma rede social para divulgação dos resultados obtidos, para conscientização da sociedade e das Autoridades, de nome – *Projeto Raízes Sustentáveis*, podendo ser encontrado no seguinte sítio eletrônico: https://instagram.com/projeto_raizessustentaveis_iff?igshid=YmMoMjE2YWMzOA.

Agradecimentos

Aproveitamos o ensejo para agradecer ao Instituto Federal Fluminense - campus de Itaboraí (IFF), ao CNPq e FAPERJ, por fomentar a presente pesquisa. Elevamos nossas distintas considerações.

Referências Bibliográficas

BRASIL. Resolução no 357, de 17 de março de 2005. Conselho Nacional do Meio Ambiente. 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. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 13 mar. 2024.

BRASIL. Lei nº 9.433 de 08 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, e altera o art. 01 da Lei nº 8.001 de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990 de 28 de dezembro de 1989. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm>. Acesso em 10 mar. 2023.

BAIRD, C.; C.; M. Química Ambiental. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.

EDSON, G., SciELO: Na contramão dos objetivos do desenvolvimento sustentável: avaliação da pobreza hídrica na região estuarina do Rio Macaé. Saúde e Sociedade – Portal de Revistas da USP, Rio de Janeiro, Brasil, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0104-12902020190070>. Acesso em 15 de junho de 2023.

GLÓRIA, L. P.; HORN, B. C.; HILGEMANN, M. Avaliação Da Qualidade Da Água De Bacias Hidrográficas Através Da Ferramenta Do Índice De Qualidade Da Água - Iqa. Caderno Pedagógico, [S. l.], v. 14, n. 1, 2017. Disponível em: <https://ojs.studiespublicacoes.com.br/ojs/index.php/cadped/article/view/1364>. Acesso em: 16 mar. 2024.

INEA – INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. Área De Proteção Ambiental Da Bacia Do Rio Macacu Disponível em: <http://www.inea.rj.gov.br/biodiversidade-territorio/conheca-as-unidades-de-conservacao/apa-da-bacia-do-rio-macacu/>. Acesso em: 06 de junho de 2023.

INEA – INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. RH V - Comitê da Região Hidrográfica da Baía de Guanabara e dos Sistemas Lagunares de Maricá e Jacarepaguá. Disponível em: <http://www.inea.rj.gov.br/ar-agua-e-solo/os-comites/>. Acesso em: 05 de junho de 2023.

PAINEL SANEAMENTO BRASIL. Painel Saneamento Brasil - Itaboraí. Disponível em: <https://www.painelsaneamento.org.br/localidade?id=330190>. Acesso em: 25 de janeiro de 2023.

VON SPERLING, M. Princípios do tratamento biológico das águas residuárias. 3. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005.

ANÁLISE DA LEGISLAÇÃO SOBRE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS COM FOCO NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

Yasmin Martins de Albuquerque, Olga Venimar de Oliveira Gomes, Decio Tubbs Filho

¹Aluna da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos – ProfÁgua. Linha de Pesquisa: Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos. Rio de Janeiro, RJ, Brasil. E-mail: yasmin.albuquerque@profagua.uerj.br.

²Docente no curso de bacharelado em Gestão Ambiental/Departamento de Ciências do Meio Ambiente. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – Instituto Três Rios. Três Rios, RJ, Brasil. E-mail: gomes.olga@gmail.com.

³Docente no Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos – ProfÁgua. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ, Brasil. E-mail: decio.tubbs@profagua.uerj.br.

RESUMO

É reconhecida a carência de conhecimentos básicos de hidrogeologia e a baixa implementação das águas subterrâneas nos instrumentos de gestão. O estado do Rio de Janeiro regulamentou a Política Estadual de Recursos Hídricos (Lei nº 3.239/99) estabelecendo a água como um bem público limitado e dotado de valor econômico sendo a unidade de planejamento a bacia ou região hidrográfica. O INEA é o órgão estadual responsável pela gestão dos recursos hídricos no ERJ, e é a partir da outorga que os usos são regulados. A fim de se analisar as principais normativas referente a esse importante recurso o presente estudo analisou aspectos jurídicos acerca das águas subterrâneas com o foco no estado do Rio de Janeiro por meio de uma ampla pesquisa bibliográfica em plataformas de busca como Portal Cafe utilizando as palavras-chaves: legislação, leis e águas subterrâneas. A inserção das águas subterrâneas no ordenamento jurídico no estado do Rio Janeiro abarca controvérsias que abrangem: a complexidade no conhecimento dos aquíferos e dos mananciais subterrâneos; estar sujeita a regimes jurídicos distintos; insuficiência na clareza de entendimento em relação a sua classificação como recurso mineral ou hídrico; debates acerca das atribuições do seu domínio e as dificuldades em inseri-la nos instrumentos das políticas de gestão. Em relação a existência de legislação estadual própria a respeito das águas subterrâneas identificou-se que no estado do Rio de Janeiro não há regulamentação legal específica quanto ao uso das águas subterrâneas, apesar de 13 (treze) estados de o Brasil já possuírem. Em se tratando da região sudeste do Brasil, a única unidade da federação que não possui lei estadual específica sobre águas subterrâneas é o Rio de Janeiro. E ainda, que a Política Estadual de Recursos Hídricos não possui capítulo específico que trate sobre águas subterrâneas, diferente do visto em outros Estados. Essa conjuntura pode refletir e revelar que a falta de atenção dada às águas subterrâneas na gestão é derivada das lacunas existente nas questões jurídicas.

Palavras-chave: Recursos hídricos subterrâneos. Lei Estadual. Gestão.

INTRODUÇÃO

Tendo em vista o recorrente cenário de dificuldade no atendimento da demanda hídrica e a exaustão quali-quantitativa das águas superficiais, cada vez mais tem-se observado o aumento do uso das águas subterrâneas, visto sua qualidade natural e resiliência frente aos períodos de seca. A sua complexa atuação no ciclo hidrológico gera, também, dificuldades para seu monitoramento, planejamento e gestão.

É importante ressaltar que as águas subterrâneas constituem a única fonte de abastecimento em quase 40% dos municípios brasileiros (ANA, 2019). De acordo com TUBBS (2019), nos últimos

anos, a exploração dos mananciais subterrâneos no estado do Rio de Janeiro, foi crescente seja pela facilidade de captação, seja pelos gastos na operação, seja pela falta/ineficiência de atendimento dos serviços pelas concessionárias, além de ser uma rápida alternativa para soluções de demandas locais.

Em 1999 no estado do Rio de Janeiro, foi regulamentada a Lei Estadual nº 3.239 de 2 de agosto de 1999, que instituiu a Política Estadual de Recursos Hídricos (PERH) e também criou o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SEGRHI). Além disso, a referida lei regulamentou a Constituição Estadual de 1989, art. 261, parágrafo 1º, inciso VII, que determina ao poder público do estado a promoção do gerenciamento integrado dos recursos hídricos, baseando-se nos princípios de que a área das bacias e sub-bacias hidrográficas são unidades territoriais de planejamento e execução dos planos e programas. Levando-se em conta a qualidade e quantidade dos recursos hídricos, bem como a compatibilização dos usos múltiplos, efetivos e potenciais da água (PERH, 1999; BRASIL, 1989).

ANA (2007) reforça que é reconhecida a carência de conhecimentos básicos de hidrogeologia no Brasil e ainda que no contexto das águas subterrâneas a implementação e adequação dos instrumentos da Política é incipiente. Nesta perspectiva acredita-se que muitas das lacunas são derivadas de questões jurídicas que não tratam ou abarcam de forma satisfatória todas as especificidades e peculiaridade das águas subterrâneas, tendo em vista ainda que as unidades de planejamento e gestão não convergem com os limites de um aquífero. Desta forma, este trabalho visa analisar o arcabouço legal acerca das águas subterrâneas com o foco no estado do Rio de Janeiro.

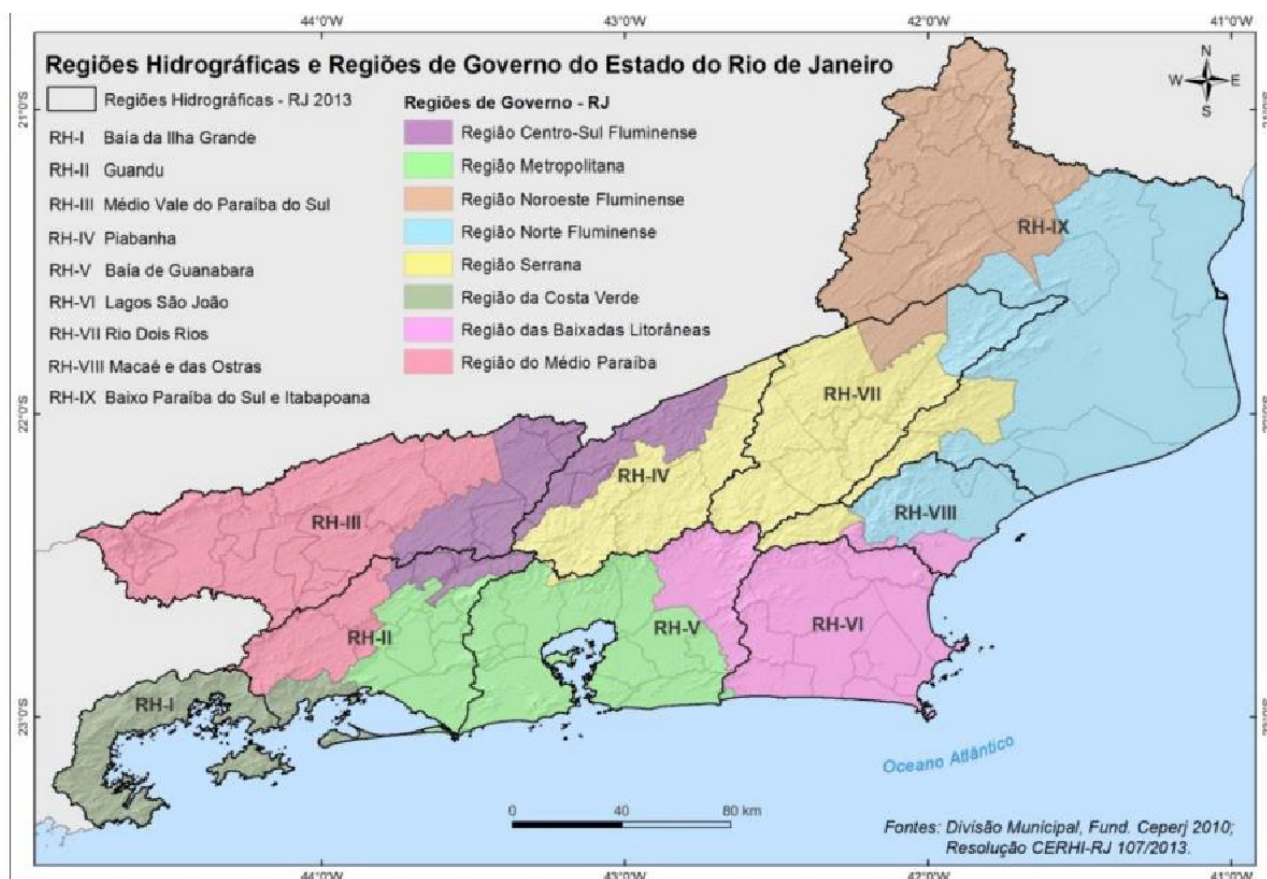
MATERIAIS E MÉTODOS

A condução da pesquisa demandou uma extensa busca de publicações acadêmicas, como TCC, dissertações e Teses, artigos científicos, relatórios técnicos do INEA, livros e capítulos de livros que abordassem o assunto foco desta pesquisa em plataformas de busca como Portal Cafe da CAPES e Google Acadêmico utilizando-se as palavras-chaves: legislação, leis e águas subterrâneas. A pesquisa é exploratória e descritiva já que descreve as legislações existentes no estado do Rio de Janeiro em relação a um recurso pouco conhecido, as águas subterrâneas, com abordagem qualitativa por objetivar o aprofundamento teórico com pesquisa bibliográfica.

Caracterização do local

O estado do Rio de Janeiro institui pela Resolução nº 107/2013 do Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro – CERHI/RJ a divisão do estado em nove regiões hidrográficas (Figura 1).

Figura 1. Regiões Hidrográficas do estado do Rio de Janeiro e Regiões de Governo, com limites municipais.



Fonte: COPPETEC, 2014a.

Desta forma, o presente trabalho possui como área interesse o estado do Rio de Janeiro, cuja constituição se dá pela totalidade das 9 (nove) regiões hidrográficas constituintes. É importante mencionar que os sistemas aquíferos por vezes não convergem com as divisões político-administrativas brasileiras e nem com as delimitações das bacias hidrográficas. O que reforça a necessidade de articulação entre os órgãos gestores de recursos hídricos para viabilizar a gestão integrada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na literatura a desatenção com a gestão das águas subterrâneas é nominada de “hidroesquizofrenia”, visto que as principais reservas disponíveis de água são subterrâneas (JARVIS, 2005). As águas subterrâneas constituem bens dos Estados e Distrito Federal conforme art. 26, inciso I da Constituição Federal. Sendo cada Estado responsabilizado pela gestão de seus aquíferos ou de sua porção no caso dos aquíferos interestaduais ou transfronteiriços. É imperioso destacar que boa parte dos corpos hídricos subterrâneos ultrapassa o território estadual ou não converge com as regiões ou bacias hidrográficas (ANA, 2019).

Além disso, em muitos casos, a área de recarga de um aquífero se localiza em um comitê, enquanto a descarga se dá em outro. Ou ainda, a exploração das águas ou solo em uma região podem comprometer a qualidade ou quantidade da água de outra bacia (ANA, 2019).

Em algumas ações de STJ – Supremo Tribunal de Justiça versou indiretamente sobre o tema da dominialidade dos recursos hídricos subterrâneos com um entendimento diferente da doutrina especializada (ANA, 2019).

As argumentações desses acórdãos são voltadas na ideia de que, apesar do artigo 20, inciso III, da Constituição Federal de 1988 não incluía as águas subterrâneas, expressamente, elas estariam contempladas ao passo que a lei não faz alusão de que os rios, lagos e quaisquer correntes de água sejam superficiais ou subterrâneos, bastando ser localizadas em terrenos de seu domínio ou banhem mais de um Estado ou sirvam de limites entre países ou que estendam a território estrangeiro ou dele provenham, bem como os terrenos marginais e as praias fluviais.

É importante mencionar que esse tema foi debatido quando da proposição de um Projeto de Emenda (PEC 43/2000) à Constituição Federal cujo objetivo era realizar a mudança da dominialidade das águas subterrâneas que ultrapassassem os limites estaduais ou fossem compartilhadas com outros países (ANA, 2019).

A Agência Nacional de Águas (ANA) e inúmeros Comitês de Bacia Hidrográficas manifestaram-se contra a proposta. A PEC 43/2000 foi arquivada já que se reconheceu a necessidade de gestão em âmbito local em decorrência das características do fluxo hídrico subterrâneo.

ANA (2019) defende que os mananciais subterrâneos não podem ser equiparados a rios, lagos ou correntes d'água, argumentando que se movimentam por meio de poros, fissura e rachaduras, possuindo um fluxo hídrico heterogêneo e lento desempenhando diversos comportamentos no decorrer do aquífero.

Afirma ainda que as águas subterrâneas, diferentemente das águas superficiais, não têm seus limites bem definidos sendo estes cercados de incertezas. Portanto, a definição de limites de domínio dos mananciais subterrâneos entre Estados e União causaria maiores dificuldades na gestão. Outrossim as formações geológicas dos aquíferos podem se estender para além de um Estado ou País e isso não implica afirmar que o fluxo hídrico também esteja partilhado até o local.

Outro ponto importante é que a água subterrânea considerada mineral possui um tratamento diferenciado, apesar de ser subterrânea, sendo regida pelo Código de Águas Minerais e de Mineração e consideradas um recurso mineral (sujeito a lavra) e não como recurso hídrico (sujeito a outorga). De acordo com Caetano (2005), na perspectiva do setor industrial e mineral a água mineral possui qualidade superior à das águas subterrâneas, sendo considerada um recurso nobre, de forma a não na inseri-la na gestão integrada de um recurso a qual não pertencem (recurso hídrico).

Já na visão dos órgãos gestores todas as águas são nobres opondo-se ao entendimento de que a água mineral seja um recurso tão nobre que não possa ser inserida na gestão integrada dos recursos hídricos. No ponto de vista de Montes (2020) há uma falta de clareza quanto aos conceitos já que a Constituição definiu em seu inciso I, art. 26, as águas subterrâneas e emergentes, caso das fontes e poços de captação de águas minerais, como bens dos Estados.

Na opinião de MARTINS *et.al.* (2006):

Na realidade, existem muitas águas subterrâneas com as referidas propriedades “minerais”, aproveitadas ou não, mas ainda não caracterizadas enquanto “minerais” e, portanto, sob a égide da legislação de recursos hídricos. Já em relação à água potável de mesa, o conceito se revela exclusivamente jurídico, porque se trata de uma água subterrânea apenas com características de potabilidade. Ou seja, não se distinguem em nada das águas subterrâneas comuns que preenchem as condições de potabilidade e cuja condição de “potável de mesa” ou “natural” é um mero status jurídico fornecido pelo DNPM para também terem o direito de serem aproveitadas economicamente como produto envasado. (MARTINS *et al.*, 2006, p. 113)

Com vistas a contornar os problemas, o Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) editou a Resolução nº 76/2007 estabelecendo “diretrizes gerais para a integração entre a gestão de recursos hídricos e a gestão de águas minerais, termais, gasosas, potáveis de mesa ou destinadas a fins balneários”. Reconhecendo expressamente “a necessidade de integração e atuação articulada entre órgãos e entidades cujas competências se refiram aos recursos hídricos, à mineração e ao meio ambiente”.

Desta maneira, a inserção das águas subterrâneas no ordenamento jurídico do Brasil e no estado do Rio de Janeiro abarca controvérsias que abrangem: a complexidade no conhecimento dos aquíferos e dos mananciais subterrâneos; estar sujeita a regimes jurídicos distintos; insuficiência na clareza de entendimento em relação a sua classificação como recurso mineral ou hídrico; debates acerca das atribuições do seu domínio e as dificuldades em inseri-la nos instrumentos das políticas de gestão (ANA, 2019).

De forma análoga a Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433/97) o estado do Rio de Janeiro regulamentou a Política Estadual de Recursos Hídricos (Lei nº 3.239/99) estabelecendo a água como um bem público limitado e dotado de valor econômico sendo a unidade de planejamento a bacia ou região hidrográfica. O INEA é o órgão estadual responsável pela gestão dos recursos hídricos no ERJ, e é a partir da outorga que os usos são regulados. Estão sujeitos a cobrança os usos outorgados cujas extrações de água subterrânea sejam superiores a 5m³/dia, salvo em caso de usos agropecuários cujos volumes são superiores a 28,8m³ ou (1,44 m³/h).

As normatizações, regulamentações e leis nacionais regem o acesso às águas subterrâneas, bem como, as atividades e usos que influenciam a qualidade e quantidade (UNESCO, 2022b), em certas jurisdições as águas subterrâneas são reguladas em conjunto com as águas superficiais, necessidade evidenciada pelos conflitos de uso das águas (exemplo de caso em que um córrego seca devido a exploração das águas subterrâneas e vice-versa), reforçando a carência de uma abordagem de gestão conjunta.

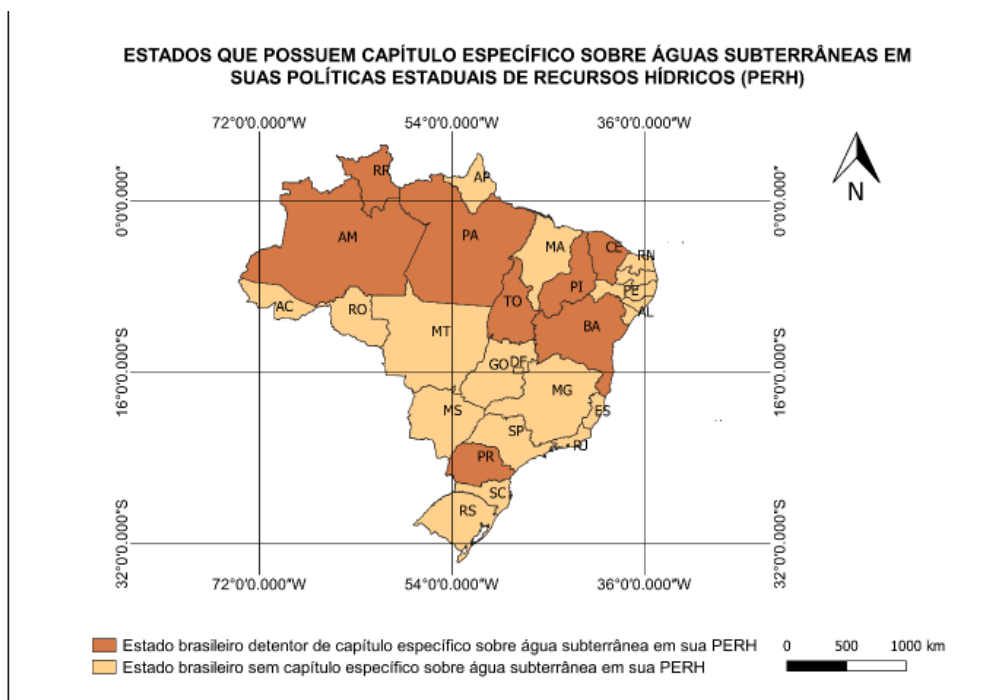
FERNANDES et. al. 2018 verificou que as 27 unidades da federação (UF) brasileiras possuem uma Política Estadual de Recursos Hídricos (PERH) e que todas as políticas tratam sobre os aquíferos ou águas subterrâneas em algum dos seus artigos e, além disso, identificou-se que o instrumento outorga de direito de uso de recurso hídrico é regulado em todas as UFs.

De acordo com Souza, Teixeira e Barbosa (2020) o desafio detectado na Política estadual de recursos hídricos do estado do Rio de Janeiro é a ausência da restrição quanto a implantação de atividades potencialmente poluidoras em áreas de proteção máxima.

E quanto ao avanço da Política, indica a obrigatoriedade da realização de estudos detalhados acerca da hidrogeologia e vulnerabilidade de aquíferos. Observou-se que apenas 8 (oito) Estados da federação são dotados de capítulo específico sobre águas subterrâneas, conforme apresentado na figura 2.

Apenas um grupo de Estados brasileiros contempla capítulo específico sobre as águas subterrâneas, sendo este formado por: Amazonas, Bahia, Ceará, Pará, Paraná, Piauí, Roraima e Tocantins.

Figura 2 - Estados detentores de capítulo específico sobre as águas subterrâneas



Fonte: Souza, Teixeira e Barbosa (2020)

Na região sudeste o estado de São Paulo é pioneiro na legislação das águas subterrâneas com a Lei nº 6134 de 02/06/1988, antes mesmo da atual Constituição Federal de 1988, regulamentada pelo Decreto nº 32.955, de 07/02/1991 que dispôs sobre a preservação dos depósitos naturais de águas subterrâneas do Estado de São Paulo. A Lei nº 7.633 de 30/12/1991 instituiu a Política Estadual de Recursos Hídricos, regulamentada pelos Decretos nº 41.258 de 1996, que regulamenta o instrumento outorga e nº 61.117 de 2018.

O Estado de São Paulo possui diversas portarias DAEE instituindo Áreas de Restrição e Controle das captações e usos das águas subterrâneas, como é o caso da Portaria DAEE nº 1.066 de 28/03/2017 onde criou-se a área de restrição e controle das captações e usos de águas subterrâneas, na região de Monte Azul Paulista SP e a Portaria DAEE nº 2.653 de 15/12/2011 que criou a área de restrição e controle das captações e usos de águas subterrâneas, na região da Lagoa de Carapicuíba.

No estado de Minas Gerais a Política Estadual de Recursos Hídricos foi disposta pela Lei nº 13.199 de 29/01/1999, as águas subterrâneas foram tratadas especificamente pela Lei nº 13.771 de 11/12/2000 dispondo sobre a administração, a proteção e a conservação das águas subterrâneas de domínio do Estado de Minas Gerais.

No estado do Rio de Janeiro, como anteriormente mencionado, instituiu a Política Estadual do Recursos Hídricos através da Lei nº 3.239 de 02/08/1999 e teve os critérios gerias e procedimento técnicos e administrativos da outorga de direito de uso de recursos hídricos inicialmente regulada pela Portaria SERLA nº 567 de 07/05/2007 revogada pela Resolução INEA nº 171/2019 que aprova a NOP-INEA nº 37 que dispõe sobre os critérios, definições e condições para a outorga de direito de uso de recursos hídricos superficiais. No âmbito do Estado do Rio de Janeiro existem diversas Normas Operacionais do INEA que regulam o uso das águas subterrâneas, no entanto, não foi identificada legislação específica acerca da proteção das águas subterrâneas ou aquíferos.

Abaixo segue o quadro 1 com as principais legislações nos estados pertencentes a região Sudeste do Brasil.

Quadro 1 - Principais legislações acerca do uso das águas subterrâneas nos estados da região sudeste do Brasil

Estado	Lei Estadual sobre Recursos Hídricos	Lei específica sobre águas subterrâneas	Portarias/ Normas Operacionais/ Resoluções sobre águas subterrâneas
São Paulo	Lei nº 7.633/1991 regulamentada pelos Decretos nº 41.258/1996 e nº 61.117/2018	Lei nº 6134/1988 regulamentada pelo Decreto nº 32.955/1991	Portaria DAEE nº 1.630/2017 alterada pelas Portarias nº 832/2022 e nº 3280/200, Portarias DAEE nº 1631,1632,1633,1634 e 1635.
Minas Gerais	Lei nº 13.199/1999	Lei nº 13.771/2000	-
Rio de Janeiro	Lei nº 3.239/1999	Não identificado	Nop-inea-38, Nop-inea- 39, Nop-inea-43, Nop-inea-40 e nop-inea-42
Espírito Santo	Lei nº 10.179/20104	Lei nº 6.295/2000	IN-001/2016 e Res. CERHI nº 004/2018

Fonte: Elaborada pela autora com base em FERNANDES *et. al.*, 2018.

Dessa maneira, em relação a existência de legislação estadual própria a respeito das águas subterrâneas, Souza, Teixeira e Barbosa (2020) identificou que apenas 13 (treze) estados possuem uma legislação própria para o gerenciamento das águas subterrâneas (Quadro 2). Sendo estes: AL; DF; ES; GO; MA; MT; MS; MG; PA; PE; RS; SC; SP.

Quadro 2 - Estados detentores de legislação específica para as águas subterrâneas

Estado (UF)	Legislação Estadual sobre Águas Subterrâneas
AL	Lei nº 7.094/2009
DF	Decreto nº 22.358/2001
ES	Lei nº 6295/2000
GO	Lei nº 13.583/2001
MA	Decreto nº 28.008/2012
MT	Lei nº 9.612/2011
MS	Lei nº 3.183/2006
MG	Lei nº 13.771/2000
PA	Lei nº 6105/1998
PE	Lei nº 11.427/1997
RS	Lei nº 42.047/2002
SC	Resolução CERH nº 02 /2014
SP	Decreto de nº 32.955/1991

Fonte: Adaptado pela autora de Souza, Teixeira e Barbosa (2020)

Fernandes *et. al.* (2018) reforça a importância da regulamentação legal específica quanto ao uso das águas subterrâneas, principalmente, nos estados de grande riqueza aquífera e que ainda se tem muito a ser feito para a proteção dos aquíferos brasileiros.

A gestão dos recursos hídricos no Brasil tem sido considerada de forma descontínua, como se o

ciclo hidrológico fosse algo passível de fragmentação, sendo assim, vários Estados brasileiros lidam com as águas superficiais desconectadas das águas subterrâneas (OLIVEIRA; CARDOSO; NETO, 2007). Conforme é apresentado no trabalho de Megdal *et al.* (2015) não somente o Brasil lida de modo fragmentado com a gestão das águas subterrâneas, mas também países desenvolvidos, como os Estados Unidos.

Conicelli e Hirata (2016) chamam a atenção para os desafios enfrentados pela falta de conhecimento a respeito das águas subterrâneas, tanto por órgãos ambientais, gestores, quanto pela população em geral. Ademais, a deficiência no entendimento sobre este recurso prejudica a sua gestão.

Neste sentido, identifica-se que muitos são os desafios a serem enfrentados para o aperfeiçoamento da gestão dos mananciais subterrâneos no Estado do Rio de Janeiro. Dentre elas: a falta de integração entre os estados detentores da responsabilidade de gestão, principalmente nos casos em que o aquífero ultrapassa os limites do Estado; a incongruência entre a delimitação das unidades de planejamento e gestão das águas, as bacias hidrográficas, com as delimitações dos aquíferos que atinge a atuação de mais de um Comitê de Bacia, necessitando desta forma de maior integração e articulação; da inexistência de dados e informações; a falta de integração entre a gestão das águas superficiais e subterrâneas, como também, a deficiência legislativa estadual específica que trate sobre as águas subterrâneas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por todo o exposto, foi possível observar que existem diversas lacunas e desafios em relação aos aspectos jurídicos da gestão das águas subterrâneas e aquíferos que acarretam e refletem a falta de atenção dada às águas subterrâneas. Nesta perspectiva, é iminente a necessidade de se revisar as Política Estadual existente com vistas a tratar e trazer diretrizes e abordagens específicas frente às águas subterrâneas, principalmente, em relação a implementação dos instrumentos. E ainda, elaborar lei estadual própria sobre as águas subterrâneas no estado do Rio de Janeiro para que, desta maneira, possa ser trazido e regulamentado orientações, diretrizes, procedimentos e instruções próprias considerando suas peculiaridades e representação no suprimento das demandas e atuação no ciclo hidrológico com vistas a promover a melhoria da gestão desse importante recurso natural.

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.

Referências Bibliográficas

ANA - Agência Nacional de Águas. *Direito de Água a Luz da Governança*. Brasília: Curso de Direito de Águas a Luz da Governança, 2019.

ANA – Agência Nacional das Águas. *Panorama do enquadramento dos corpos d'água do Brasil, e, Panorama da qualidade das águas subterrâneas no Brasil*. Caderno de Recursos Hídricos. Brasília: ANA, 2007. v.5.,124p. Disponível em: <https://bit.ly/3pLhXrA>. Acesso em: 28 fev. 2023.

CAETANO, L. C. *A política da água mineral: uma proposta de integração para o Estado do Rio de Janeiro*. 2005. 331 f. Tese (Doutorado em Geociências) - Instituto de Geociências, Universidade

Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

CONICELLI, B. P.; HIRATA R. *Novos Paradigmas na Gestão das Águas Subterrâneas*. XIX Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 19.; ENCONTRO NACIONAL DE PERFURADORES DE POÇOS, 20, 2016. São Paulo: Associação Brasileira de Águas Subterrâneas, 2016. Disponível em: <https://www.abas.org/xixcabas/anais/103015_113_Gestao_A.S____BPC20160709.pdf>. Acesso em: 01 dez. 2021.

FERNANDES, L.C.S.; OLIVEIRA E. (org.). *Coletânea de Leis de Águas Subterrâneas do Brasil*, v.1, 1 ed. - 5 v. – São Paulo: Instituto Água Sustentável, 2018.

MARTINS, A. M. *et al. Águas minerais do estado do Rio de Janeiro*. Niterói: Departamento de Recursos Minerais do Governo do Estado do Rio de Janeiro, 2006

JARVIS, T. W. *et. al. International borders, groundwater flow and hydroschizophrenia. Ground water*, EUA, v. 43, n.5, p. 764-770, Sep./Oct. 2005.

MONTES, V. M. *A gestão de recursos hídricos e a gestão de águas minerais: uma análise dos aspectos legais e da integração institucional*. 2020.144p. Dissertação (Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - PROF-ÁGUA) - Centro de Tecnologia e Ciências, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <https://www.bdtd.uerj.br:8443/handle/1/13512>. Acesso em: 01 set. 2022.

SOUZA V.M; BARBOSA J.G.; TEIXEIRA D. *Água subterrânea: um diagnóstico preliminar das legislações brasileiras vigentes*. Gesta, Goiás, v. 8, p. 83-100, 2020. ISSN: 2317-563X.

STJ – SUPERIOR TRIBUNAL DE JUSTIÇA. Recurso Especial nº 1.306.093 – RJ, 2ª Turma, Relator Ministro Herman Benjamin, j. 28/05/2013). Disponível em: <https://stj.jusbrasil.com.br/jurisprudencia/402595744/recurso-especial--resp-1306093-rj-2011-0145236-6/inteiro--teor-402595751>. Acesso em: 05 set. 2022.

UNESCO - Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura. *Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 2022: Águas Subterrâneas Tornar Visível o Invisível*. Resumo Executivo. Brasília, DF: UNESCO, 2022a. Disponível em: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380726_por. Acesso em: 15 de mai. 2022.

TUBBS, D. *Água Obtida Através de Sistemas Alternativos Autoconstruídos em Comunidades Periurbanas: O Caso da Área de Atuação do Comitê Guandu*, Rio de Janeiro. In: ENANPUR, 28., 2019, Natal.

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE TRÊS LAGOAS E NO PONTAL DE ATAFONA, SÃO JOÃO DA BARRA, RJ

João Victor França de Abreu Terra¹; Adrian Faria Ribeiro², Vicente de Paulo Santos de Oliveira³

¹Instituto Federal Fluminense *Campus* Guarus, Rua Dr João Manoel Alves 706, São João da Barra, 22999-455, Email: joaovfaterra@gmail.com

²Colégio Estadual Dr Newton Alves, Av. Nossa Sra. da Penha, o - Atafona, São João da Barra - RJ, 28200-000, 22 99806-0636, Email: adrianfariaribeiro14@gmail.com

³Instituto Federal Fluminense *Campus* Itaboraí, Rua projetada D, 12 - Balneário- Atafona -São João da Barra-RJ, 22 999413146, Email: vicentepsoliveira@gmail.com

RESUMO

O trabalho realizado foi sobre análises dos parâmetros que determinam o Índice de Qualidade de Água no complexo lagunar Grussaí/Iquipari, o lago artificial do Balneário de Atafona e do pontal deltaico do Rio Paraíba do Sul. Mensalmente foi operado uma coleta de amostras para ser realizado as análises com um Kit, desenvolvido para controle de qualidade da água, pelo qual foi possível determinar os seguintes parâmetros: pH; Oxigênio dissolvido; Coliformes totais; e E.Coli (Colipaper); Ortofosfato; Nitrito; Nitrato; Amônia; Nitrogênio Total Mineral; Turbidez; Temperatura; Sólidos sedimentáveis. Os resultados foram aferidos no LabFoz do Polo de Inovação Campos dos Goytacazes do IFFluminense. No dia 03 de janeiro foi realizada a primeira saída a campo. Não houve nenhum obstáculo ou impedimento para a coleta. Porém na lagoa de Grussaí, observou-se a partir dos resultados preliminares obtidos, uma interação impactante de seres vivos e resíduos humanos.

Palavras-Chave – Lagoas urbanas; IQA; Lagoa Iquipari.

INTRODUÇÃO

A região Norte Fluminense concentra um grande número de lagoas, com diferentes características e que são importantes componentes da paisagem. Muitos desses ambientes ainda conservam suas características naturais e muitos desempenham relevante papel socioeconômico como fontes essenciais de pescado (peixes e crustáceos), que sustentam muitas famílias, sendo também utilizadas como áreas de lazer e, em muitos casos, como fontes de água doce para o abastecimento e para o despejo de dejetos industriais e domésticos (SUZUKI, 1997). Entretanto, nas últimas décadas, estes sistemas vêm sendo submetidos a diferentes impactos antrópicos que consequentemente causam inúmeras alterações nas suas condições ecológicas (IBAMA, 2007).

As lagoas de Grussaí e Iquipari (junto com a lagoa do Salgado, do Açú e Lagoa Veiga) fazem parte do sistema semi-isolado a Nordeste da bacia da Lagoa Feia (PRIMO *et al.*, 2002), que por sua vez fazem parte da bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. Juntamente com a do Açú, são resultantes de canais fluviais abandonados na região deltaica do Rio Paraíba do Sul. Estas lagoas são classificadas como lagoas da planície de restinga (SOFFIATI apud ESTEVES, 1998). O complexo lagunar Grussaí/Iquipari apresenta área de restinga com características singulares, caracterizando um novo mosaico de vegetações presentes nas zonas costeiras brasileiras (ASSUMPÇÃO, 1998). Assunção e Nascimento (2000) propuseram uma diferenciação do complexo lagunar Grussaí/Iquipari em quatro tipos fisionômicos distintos: formação praial graminóide; formação praial com moitas; formação de Clusia e formação de mata de restinga. Nas décadas de 30 a 60, realizou-se a construção de barragens em alguns pontos ao longo do rio Paraíba do Sul, que faz parte da bacia hidrográfica e abastece mais de 12 milhões de pessoas, segundo dados do SEMADS 2001. Com isso, o Paraíba do Sul perdeu vazão, portanto a água

salina, proveniente do mar, se mistura com a água do rio e pela vazão maior, onde antes a água era doce, passa a conter sal. Se ocorrer nova transposição, o nível d'água irá diminuir ainda mais; haverá mais assoreamento para o leito do rio, que perderá força na luta contra o mar, implicando a intrusão da língua salina (aumento da salinidade da água) neste manancial em Atafona. (Teixeira e Oliveira, 2014). Recentemente o assoreamento da foz do rio Paraíba do Sul resultou no fechamento da foz em Atafona, município de São João da Barra, passando, portanto, o título de foz a localidade de Gargaú, em São Francisco do Itabapoana.

OBJETIVO

O projeto possui o objetivo de monitorar parâmetros de qualidade das águas do complexo lagunar Grussaí/Iquipari; o lago artificial do Balneário de Atafona e da antiga foz do rio Paraíba do Sul em Atafona, também conhecida como Pontal.

METODOLOGIA

Foram coletadas amostras de água dos 4 corpos d'água que analisadas no Polo de Inovação Campos dos Goytacazes (PICG) do Instituto Federal Fluminense (Figura 1). Com este objetivo utilizou-se o Ecolit Técnico Alfakit para análise de águas doces e salgadas em campo no LabFoz, Laboratório de Monitoramento de Águas do PICG. Esta etapa está sendo realizada mensalmente no período de 1 ano. Os parâmetros contemplados pelo Ecolit são: pH, oxigênio dissolvido, coliformes totais, *Escherichia coli*, ortofosfato, nitrito, nitrato, amônia, nitrogênio total mineral, turbidez, temperatura e sólidos sedimentáveis (Figuras 2 e 3). Todos os parâmetros são importantes para caracterização da qualidade da água e determinação do Índice de Qualidade das Águas (IQA). Os resultados foram aferidos no LabFoz do Polo de Inovação Campos dos Goytacazes do IFFluminense (Tabelas de 1 a 4).

Figura 1 – Corpos hídricos estudados: Lagoa de Grussaí, Iquipari, lago do balneário e Pontal de Atafona.





Figura 2 – Análise do material coletado, em análise Oxigênio Dissolvido- OD

Figura 3 – Análise coliformes das lagoas primeira análise, sendo Lagoa Grussaí, Lagoa Iquipari, Pontal e Lago do Balneário, respectivamente.

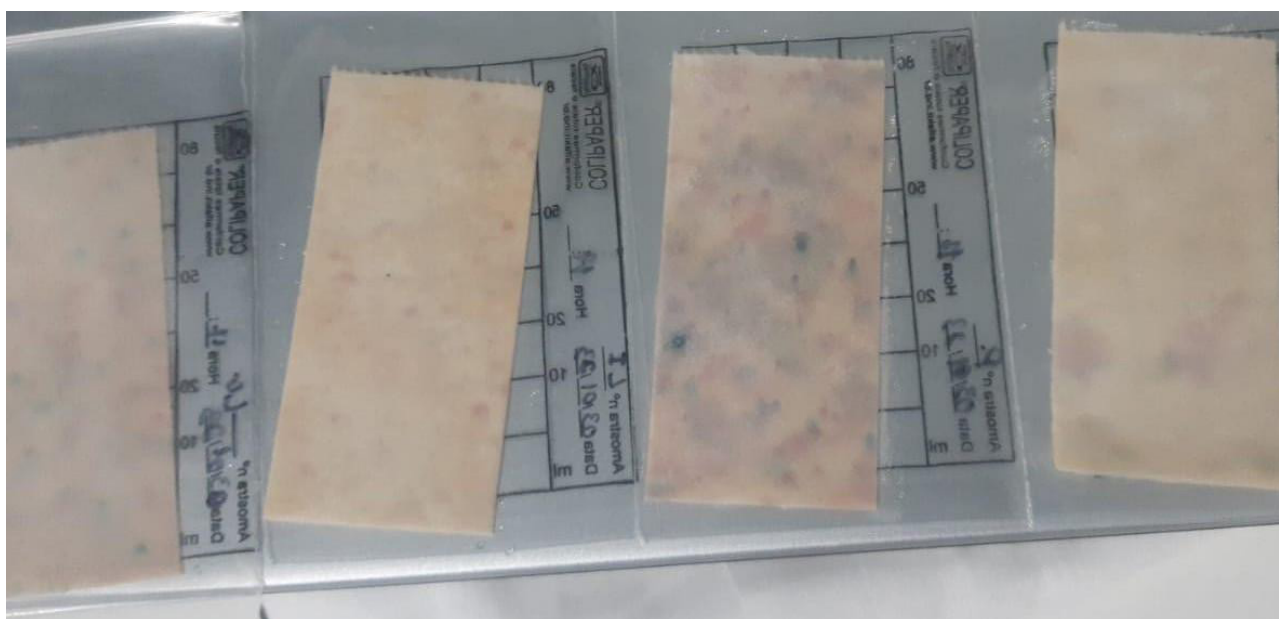


Tabela 1 – Análise da primeira coleta do projeto

Pontos	Parâmetros									
	OD	Amônia	Amônia Real	Nitrito	Nitrito Real	Nitrato	Ortofosfato	PH	Coli.Totais	E.Coli
L.G	6	3	3,64	0,05	0,16	0,10	1	8	Presente	Presente
L.I	9	0	0,00	0	0,00	0,00	0	8	Presente	Ausente
P.	6	0,1	0,12	0	0,00	0,30	0	7	Presente	Presente em grande quantidade
L.B	9	0,1	0,12	0	0,00	0,00	0	8	Presente	Presente
Data	03/01/2023									

Tabela 2 – Análise da segunda coleta do projeto

P.	6	0,12	0,00	0,30	0	7	Presente	Presente em grande quantidade
L.B	9	0,12	0,00	0,00	0	8	Presente	Presente
Data	03/01/2023							
Parâmetros								
Pontos	OD	Amônia Real	Nitrito Real	Nitrato	Ortofosfato	PH	Coli.Totais	E.Coli
L.G	9	1,21	0	0,0	0	8	Presente	Presente em grande quantidade
L.I	9	0,61	0	0,0	0	8	Presente	Ausente
P.	8	0,30	0	0,7	0	6	Presente	Presente
L.B	9	1,21	0	0,0	0	7	Presente	Presente em pouca quantidade
Data	15/02/2023							
Parâmetros								
Pontos	OD	Amônia	Nitrito	Nitrato	Ortofosfato	PH	Coli.Totais	E.Coli

Tabela 3 – Análise da terceira coleta do projeto

L.G	9	1,21	0	0,0	0	8	Presente	Presente em grande quantidade
L.I	9	0,61	0	0,0	0	8	Presente	Ausente
P.	8	0,30	0	0,7	0	6	Presente	Presente
L.B	9	1,21	0	0,0	0	7	Presente	Presente em pouca quantidade
Data	15/02/2023							
Parâmetros								
Pontos	OD	Amônia Real	Nitrito	Nitrato	Ortofosfato	PH	Coli.Totais	E.Coli
L.G	8	0,12	0	0,0	0	8	Presente	Presente em grande quantidade
L.I	7	0,12	0	0,0	0	8	Presente	Presente
P.	7	0,30	0	1,0	0	6	Presente	Presente
L.B	7	0,30	0	0,0	0	7	Presente	Presente em pouca quantidade
Data	21/04/2023							
Parâmetros								
Pontos	OD	Amônia Real	Nitrito	Nitrato	Ortofosfato	PH	Coli.Totais	E.Coli

Tabela 4 – Análise da quarta coleta do projeto

Parâmetros								
Pontos	OD	Amônia Real	Nitrito	Nitrato	Ortofosfato	PH	Coli.Totais	E.Coli
L.G	8	0,12	0	0,0	0	8	Presente	Presente em grande quantidade
L.I	7	0,12	0	0,0	0	8	Presente	
P.	7	0,30	0	1,0	0	6	Presente	Presente
LB	7	0,30	0	0,0	0	7	Presente	Presente em pouca quantidade
Data						21/04/2023		
Parâmetros								
Pontos	OD	Amônia Real	Nitrito	Nitrato	Ortofosfato	PH	Coli.Totais	E.Coli
L.G	9	0,30	0	0,3	0	8	Presente	Presente
L.I	9	0,00	0	0,0	0	8	Presente em poucas quantidades	Ausente
P.	9	0,61	0	0,7	0	7		Presente
LB	9	0,12	0	0,0	0	8	Presente	Presente em grande quantidade
Data						27/05/2023		

RESULTADOS PRELIMINARES

O trabalho está em andamento, portanto os dados estão sendo coletados gradativamente, a cada 2 meses. Nas duas saídas realizadas, pode-se afirmar que em todos os corpos hídricos identificou-se a presença do indicador coliformes totais, porém, com relação a *E. coli*, a Lagoa de Iquipari é a que não apresentou de forma significativa estas bactérias nas duas saídas. Em contrapartida, na antiga foz do rio Paraíba do Sul foi o ponto que se mostrou mais presente este indicador (primeira saída). No dia 15/02, o ponto que apresentou a maior incidência da *E. coli* foi a Lagoa de Grussaí. No dia 11/01 houve uma abertura da barra do pontal de Atafona realizada pelo INEA, o que pode explicar a menor ocorrência da *E. coli* presente na segunda amostragem. O oxigênio dissolvido apresentou um leve aumento nos pontos da lagoa de Grussaí e no Pontal. O nitrato mostrou um aumento no Pontal, passando de 0,3 para 0,7. Na saída 3, a presença de coliformes termotolerantes foi identificada, a amônia reduziu a quantidade, e na Lagoa de Iquipari, apresentou a presença de *E. coli*. Na saída 4, a Lagoa de Iquipari, voltou às condições normais, registrando a ausência da *E. coli*. A amônia aumentou a sua ocorrência na Lagoa de Grussaí e no Pontal. Já nas Lagoas de Iquipari e do Balneário, este indicador apresentou redução.

CONCLUSÃO

Conclui-se, portanto através das análises, que no ponto do Pontal e da Lagoa de Grussaí, se assemelham nos parâmetros observados de qualidade de água, sendo preocupante o nível de coliformes termotolerantes e *E. coli*. O ponto do lago do balneário tem a presença de coliformes justificada por inúmeros eventos públicos que acontecem no local e com isso, influencia portanto na qualidade da água, ressaltando que tal corpo não é permitido o banho, porém alguns frequentadores ignoram os avisos locais e se banham no mesmo. A lagoa de Iquipari se torna a mais limpa diante aos parâmetros analisados, justificando a boa qualidade por ter em seu entorno, uma Reserva de Particular do Patrimônio Natural chamada Caruara, evitando assim a contaminação de sua água.

Referências Bibliográficas

ALFAKIT. Alfakit, 2024. Ecokit água doce/salgada com análise microbiológica. Disponível em: <<https://alfakit.com.br/produto/ecokit-agua-doce-salgada-com-analise-microbiologica/>>. Acesso em: 28 de mar.de 2024.

ASSUMPÇÃO, J. Caracterização estrutural, fisionomia e florística da vegetação da restinga do complexo lagunar Grussaí/Iquipari - São João da Barra, RJ. Dissertação de mestrado da Universidade Estadual do Norte Fluminense, 1998.

ESTEVES, F. A. Ecologia das Lagoas Costeiras do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e do Município de Macaé. NUPEM/UFRJ, 1998.

IBAMA. Lagoa de Grussaí: um patrimônio Ambiental que precisa ser protegido. Folder do IBAMA. Pequiza em 2007.

PRIMO, P. B. S.; BIZERRIL, C. R. F. F.; SOFFIATI, A. Lagoas do Norte Fluminense.

SEMADS, 2002

RESERVA CARURA. Reserva Caruara, c2024. Página Inicial. Disponível em: <<https://reservacaruara.com.br/>>. Acesso em: 28 de mar. De 2024.

SUZUKI, M. S. Aberturas de barra da lagoa de Grussaí, São João da Barra, RJ: aspectos hidroquímicos, dinâmica da comunidade fitoplanctônica e metabolismo. Tese (Doutorado), Universidade Estadual do Norte Fluminense. Campos dos Goytacazes, RJ, 1997.

DO SUL RIVER, Paraíba. Avaliação ambiental das águas pluviais na Baixada Campista: estudo de casos dos canais de drenagem e dos impactos da transposição no baixo curso do rio Paraíba do Sul.

AVALIAR O USO DO BIOTREAT EM UMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO

Jardel Souza de Azevedo

Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) - Centro de Tecnologia e Ciências; Programa de Pós-Graduação em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, e-mail: jardel.s.azevedo@gmail.com

RESUMO

O presente artigo é uma comparação dos resultados de uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) antes e depois do uso do produto Biotreat 400. Os dados foram coletados mensalmente de janeiro a dezembro de 2019 e 2020 na ETE Ronaldo Gonçalves do Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE-VR), autarquia do município de Volta Redonda, estado do Rio de Janeiro, local de atuação do Comitê de Bacia Hidrográfica Médio Paraíba do Sul (CBH-MPS). Avaliação comparou os resultados de 2019 (sem o Biotreat) com os de 2020 (com o Biotreat) para determinar sua eficácia. Os parâmetros analisados foram: Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO), Sólidos Suspensos Totais (SST) e pH. A ETE Ronaldo Gonçalves tem capacidade de tratar 40 L/s, seu tipo de tratamento é anaeróbico. No total, foram realizadas 131 determinações nas análises de coletas de esgoto, sendo 59 para os parâmetros DBO, DQO, SST e pH do ano 2019 e 72 para os mesmos parâmetros do ano de 2020. Este estudo iniciou-se em março de 2021 e, durante o período de pesquisa, foram criados gráficos comparativos que possibilitaram acompanhar a evolução do produto aplicado na ETE. Nos meses de maio e dezembro de 2019, a ETE passou por períodos de manutenção. Durante o período pesquisado observou-se que houve resultados positivos na remoção de DBO e uma melhoria na eficiência da DQO. Além disso, os parâmetros dos efluentes tratados apresentaram melhorias, o pH manteve-se dentro dos padrões, já o SST teve uma leve variação. A coloração do efluente tratado tornou-se mais clara e o odor na estação foi praticamente eliminado. Houve também uma redução significativa na formação de lodo e na formação de espuma, destacando os benefícios da aplicação de métodos complementares no tratamento de efluentes. Este estudo demonstrou uma grande eficiência do produto dentro da estação de tratamento de esgoto estudada, porém, recomenda-se um acompanhamento contínuo na ETE e a realização de manutenções preventivas para garantir a eficácia contínua do produto.

Palavras-chave: Resíduo Líquido, Exame, Monitorar, Delimitar, Resultados.

INTRODUÇÃO

A água é o principal recurso natural e indispensável para a manutenção da vida em todo o planeta. Como a usamos para consumo, higiene e produção de alimentos, pode-se dizer que a quantidade e a qualidade da água potável estão diretamente relacionadas com a saúde humana. Os recursos hídricos podem e devem ser constantemente monitorados, para acompanharmos as alterações das características químicas, físicas e biológicas do meio (CORADI *et al.*, 2009). O monitoramento contínuo dos recursos hídricos, conforme estabelecido por regulamentações como a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) n.º 430/2011, que complementa e altera a Resolução n.º 357/2005 e a DZ-215.R-4 são essenciais para os padrões de lançamento de efluente e carga orgânica. A conformidade com estes padrões é fundamental para garantirmos água para as próximas gerações.

A água é um dos principais assuntos de saúde pública, precisamos desta água com grande frequência, superada apenas pela do ar que respiramos o que faz com que a água de má qualidade tenha um grande potencial para gerar altos índices de doenças infecciosas para um indivíduo, para toda a população ou grande parte dela Organização Mundial da Saúde, 2000 (OMS).

Em Volta Redonda, o Serviço de Coleta e Tratamento de Esgoto é realizado pelo SAAE-VR, autarquia do município de Volta Redonda, que opera 7 ETE's com um índice de atendimento de 98%. No entanto, apenas 85% do esgoto é coletado e apenas 17% é tratado, resultando em um lançamento de aproximadamente 463,54 mil m³/ano de esgoto in natura (CBH-MPS, 2021). A ETE Ronaldo Gonçalves foi selecionada devido à sua condição como a segunda maior estação de tratamento de esgoto do município de Volta Redonda, com capacidade para tratar 40 L/s. Ela é do tipo Reator Anaeróbico de Fluxo Ascendente (UASB) + Biofiltro Aerado Submerso + Decantador Secundário.

Visando melhorar os resultados no tratamento de efluentes, conforme a legislação, (DZ-215.R-4, Instituto Estadual do Ambiente (INEA), 2007) iniciaram-se pequenas manutenções nas ETE's. Paralelamente, foram realizados estudos para uso de produtos químicos. Foi então que se descobriu o Biotreat 400 da empresa MAYIM BRASIL LTDA, sediada em Belo Horizonte, Minas Gerais. Este produto é um bioestimulador de última geração, produzido mediante a tecnologia de ponta na área de processos moleculares, que estimula naturalmente a atividade microbiológica do meio em que é aplicado. É composto por uma solução aquosa de nano partículas inorgânicas, que alteram a velocidade com que as substâncias dispersas no meio aquoso do efluente (oxigênio, nutrientes, material orgânico, etc.) transitam através das paredes celulares e intracelulares, resultando em uma maior conversão energética e metabólica nas bactérias. Como consequência, ocorre um aumento natural da atividade microbiológica dentro do processo do tratamento do efluente, levando a diversos benefícios econômicos e operacionais na ETE, melhora também a eficiência do tratamento de esgoto, e acaba com a problemática do odor além de garantir a conformidade dos parâmetros com a legislação ambiental em vigor.

Sendo assim, a ETE Ronaldo Gonsalves, que foi escolhida a utilizar o bioestimulador, passou por uma vistoria pelo engenheiro químico da referida empresa citada acima e decidiu o local de aplicação do produto e a porcentagem utilizada na preparação da solução. A dosagem foi determinada em função da vazão de entrada da ETE e do modo de operação, sendo assim foi indicada 1 L/dia do bioestimulador.

METODOLOGIA

A motivação para iniciar o estudo surgiu da necessidade de investigar se o uso do Biotreat na ETE pode melhorar o retorno do efluente tratado na natureza. Além disso, busca-se determinar se este produto pode ser aplicado com sucesso nas demais ETE's.

A pesquisa aqui apresentada foi qualitativa e desenvolvida em duas fases: (a) levantamento bibliográfico; (b) análise documental. A pesquisa bibliográfica foi feita na base de dados *Google acadêmico* utilizando as palavras-chave: *Biotreat*, SAAE-VR, Tratamento, Efluente. O levantamento bibliográfico foi realizado na base de dados do *Google Acadêmico*, utilizando palavras-chave como “*Biotreat*”, “SAAE-VR”, “Tratamento”, “Efluente”. A análise documental foi conduzida por meio do material disponibilizado em *websites*, como o site do Comitê da Bacia da Região Hidrográfica do Médio Paraíba do Sul, e também por documentos fornecidos pelo Serviço Autônomo de Água e Esgoto. As análises laboratoriais foram realizadas no laboratório do SAAE-VR por seus profissionais capacitados.

Inicialmente, houve a necessidade de realizar o levantamento de informações importantes, fazer uma revisão bibliográfica em bancos de dados acadêmicos, como artigos, livros e teses, bem como a análise documental, a fim de fundamentar a elaboração do trabalho de pesquisa.

O presente artigo é um extrato de um estudo científico mais amplo conduzido por Azevedo (2021). Esta pesquisa se iniciou em março de 2021, porém irá trabalhar com os dados de janeiro de 2019 a dezembro de 2020, durante o período pesquisado foram realizados gráficos comparativos onde foi

possível acompanhar a evolução do produto aplicado na ETE. Após a última análise pronta, foram realizadas as devidas conclusões deste estudo.

Parâmetros Analisados:

Demanda bioquímica de oxigênio (DBO) - É a quantidade de oxigênio utilizada na oxidação bioquímica de matéria orgânica. Para efeito desta diretriz, será considerado o teste de DBO em 5 dias a 20 °C.

Demanda química de oxigênio (DQO) - A Demanda Química de Oxigênio corresponde à quantidade de oxigênio consumido por materiais, substâncias orgânicas e minerais que se oxidam sob condições experimentais definidas.

Sólidos Suspensão Totais (SST) - É a quantidade de sólidos que fica retida no meio filtrante quando se submete um volume conhecido de amostra à filtração (MF-438). Tanto DBO, DQO e SST são geralmente expressas em mg/L.

pH - O potencial hidrogeniônico (pH), classifica as condições ácidas e básicas do meio líquido pela presença de íons hidrogênio (H⁺). O pH é determinado em uma escala que varia de 0,00 a 14,00, estabelecendo o valor 7,00 como seu ponto de equivalência neutro, inferior a 7,00 caracteriza ácido e superior a 7,00 caracteriza básico (BAIRD, CANN, 2011; ZUIN, IORIATTI, MATHEUS; 2009).

Para a realização das análises no laboratório do SAAE-VR, foram utilizados os seguintes equipamentos/instrumentos, conforme tabela 1.

Tabela 1 – Equipamentos utilizados para verificação dos parâmetros.

Descrição	Fabricante	Modelo / Tipo
Estufa de DBO	Quimis	Q.315D26
Termômetro	Minipa	Eletrônico
Aparelho de Determinação de DBO	WTW	OXITOP
PHmetro	Digimed	DM-2P
Colorímetro	Hach	DR 900
Reator	Hach	DRB200
Deionizador	Permution	DE1800
Liquidificador	Mundial	Power 2

Fonte: Azevedo, 2021.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados comparativos do presente estudo são demonstrados na tabela 2 (dados de 2019 e 2020).

Tabela 2 – Dados da ETE Ronaldo Gonçalves ano 2019 e 2020.

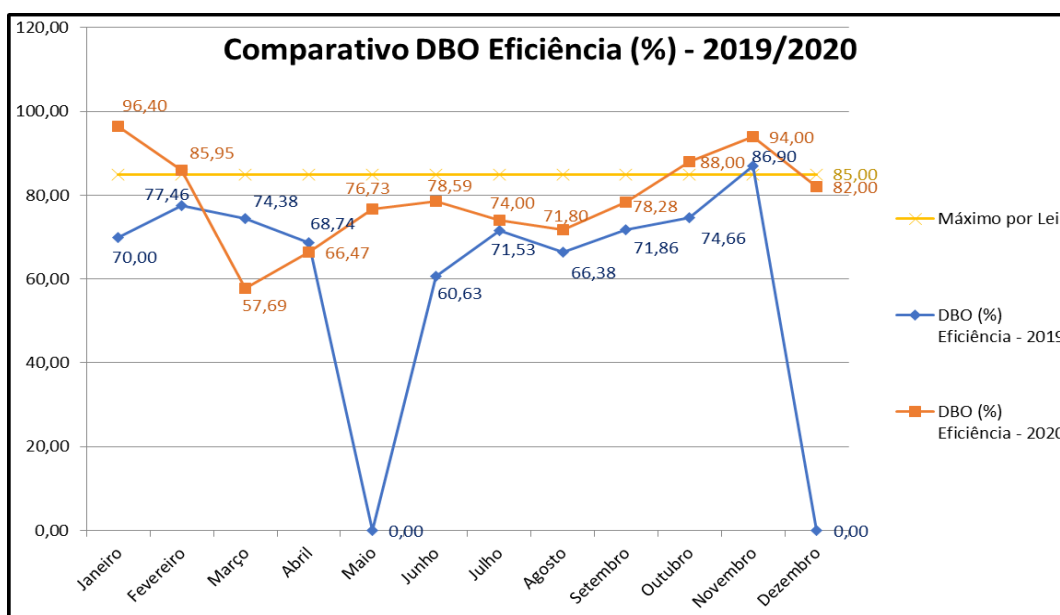
Estação de Tratamento de Esgoto (ETE):	Ronaldo Gonçalves
Bairro:	Santa Cruz
Vazão:	40 L/s
2019 – sem uso do produto Biotreat	2020 – com uso do produto Biotreat

Estação de Tratamento de Esgoto (ETE):			Ronaldo Gonçalves			
Mês	DBO Eficiência (%)	DBO Eficiência (%)	DQO Eficiência (%)	DQO Eficiência (%)	DBO Efluente mg/L	DBO Efluente mg/L
	2019	2020	2019	2020	2019	2020
Janeiro	70,00	96,40	83,00	66,30	133,57	66,30
Fevereiro	77,46	85,95	87,36	78,01	103,48	30,24
Março	74,38	57,69	89,23	80,03	117,87	117,17
Abril	68,74	66,47	89,57	74,85	150,40	107,56
Maio	-	76,73	-	87,22	-	118,00
Junho	60,63	78,59	78,89	87,00	295,50	131,00
Julho	71,53	74,00	79,95	83,50	176,25	176,33
Agosto	66,38	71,80	83,79	84,47	208,75	142,00
Setembro	71,86	78,28	79,96	84,18	161,00	120,35
Outubro	74,66	88,00	82,77	85,36	161,20	124,50
Novembro	86,90	94,00	90,69	86,00	141,73	53,87
Dezembro	-	82,00	-	86,00	-	128,25
Mês	DQO Efluente mg/L	DQO Efluente mg/L	pH Efluente	pH Efluente	SST Efluente mg/L	SST Efluente mg/L
	2019	2020	2019	2020	2019	2020
Janeiro	112,50	144,60	7,13	7,59	-	63,32
Fevereiro	93,63	132,00	7,11	7,81	26,25	28,29
Março	87,38	92,17	7,14	8,10	33,72	26,56
Abril	79,22	136,44	7,16	8,14	31,95	38,22
Maio	-	65,10	-	7,99	-	19,75
Junho	213,00	88,00	7,60	7,83	96,67	38,23
Julho	145,22	88,30	7,58	7,59	61,25	44,47
Agosto	138,63	85,00	7,48	7,71	46,73	38,53
Setembro	149,00	78,00	7,42	7,43	43,81	33,76
Outubro	101,80	89,50	7,75	7,59	36,50	25,50
Novembro	103,00	93,42	7,54	7,52	40,78	37,47
Dezembro	-	95,14	-	7,43	-	38,15

Fonte: Azevedo, 2021.

Nas figuras (1 a 6) trata-se de gráficos comparativos. Nos meses de maio e dezembro de 2019 pode-se observar que estão com valores zerados, isso ocorreu porque a estação de tratamento de esgoto estava parada para manutenção. Em maio, foi instalado o retorno do efluente (recirculação) do leito de secagem de lodo para a estação elevatória de esgoto e, em dezembro, manutenção no reator, por isso, em junho os resultados apresentam um pico. De acordo com GONÇALVES, *et al.*, (2001) a recirculação do efluente dentro das estações de tratamento de esgoto é de extrema importância.

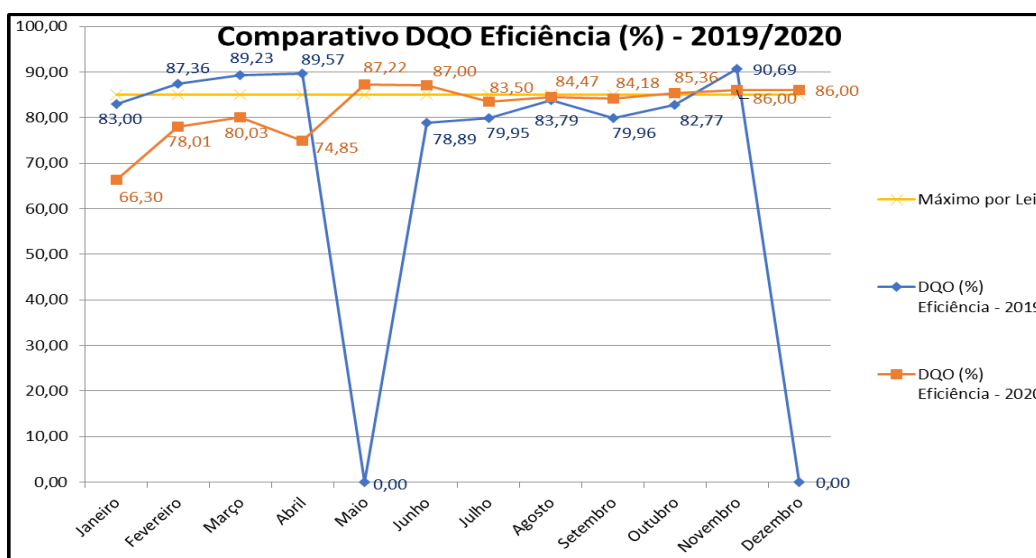
Figura 1 – Comparativo de eficiência do parâmetro DBO Eficiência – 2019/2020.



Fonte: Azevedo, 2021.

Na figura 1, demonstra-se que, em 2020, a eficiência do parâmetro da demanda bioquímica de oxigênio foi geralmente superior aos resultados de 2019, exceto nos meses de março e abril. Nos meses de janeiro, fevereiro, outubro e novembro atingiram valores superiores ao máximo permitido por padrões estabelecidos que é de 85%.

Figura 2 – Comparativo de eficiência do parâmetro DQO Eficiência – 2019/2020.

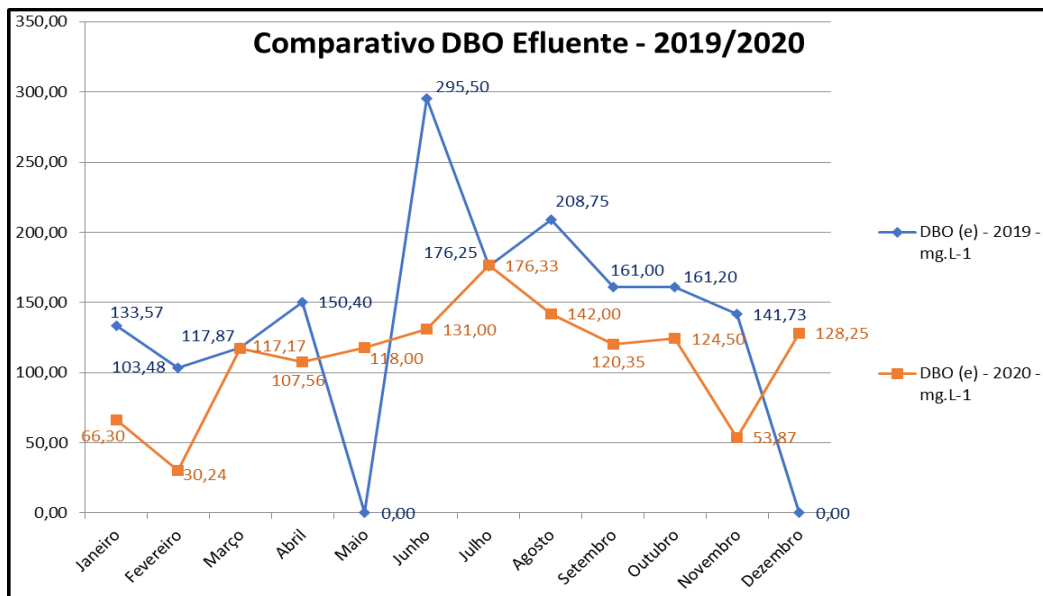


Fonte: Azevedo, 2021.

A figura 2 mostra que, em 2019, antes da parada da estação tratamento de esgoto para manutenção em maio, os percentuais de eficiência do parâmetro da demanda bioquímica de oxigênio foram maiores que os padrões estabelecidos por lei, que é de 85%, e maiores também se comparados em relação aos

valores de 2020. No entanto, a partir de junho de 2020, os resultados de eficiência com o uso do produto Biotreat tenderam a ficar dentro dos padrões (por três meses dentro dos padrões e por três meses minimamente fora dos padrões).

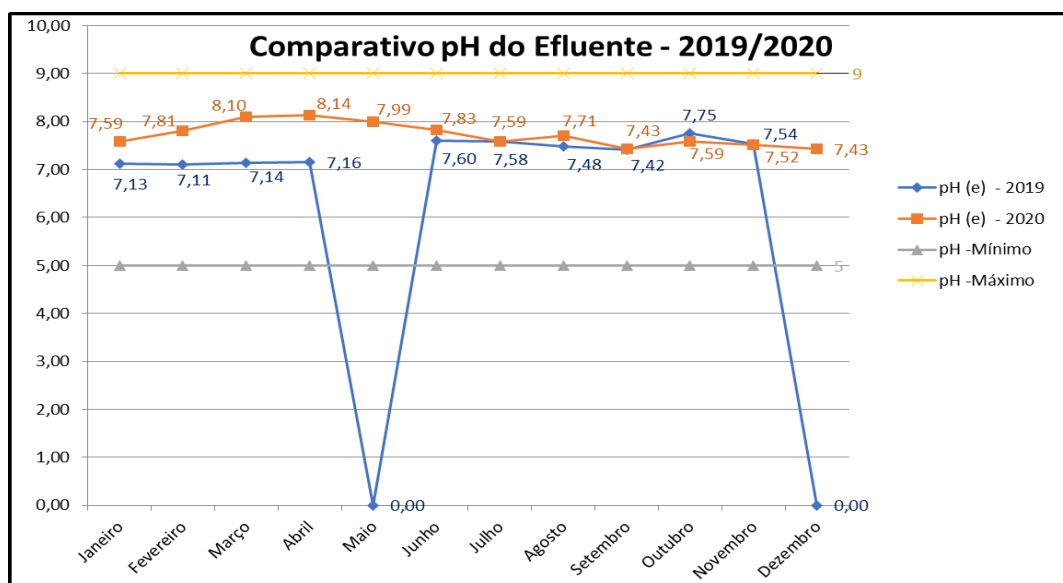
Figura 3 – Comparativo do parâmetro DBO Efluente – 2019/2020.



Fonte: Azevedo, 2021.

Na figura 3, é possível observar que o parâmetro da demanda bioquímica de oxigênio do efluente de 2019 sempre esteve mais elevado que o do ano de 2020. Isso demonstra que, para esta análise o produto teve eficiência.

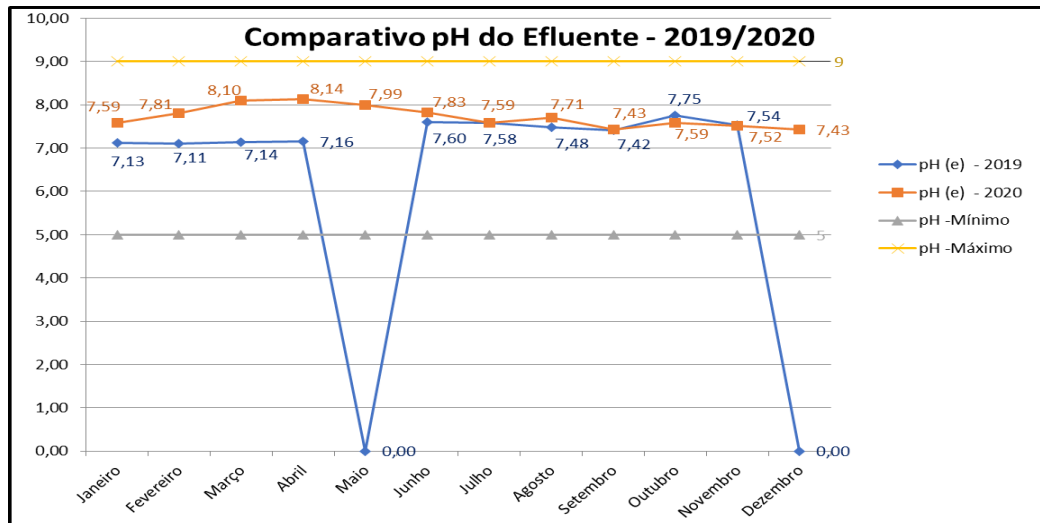
Figura 4 – Comparativo do parâmetro DQO Efluente – 2019/2020.



Fonte: Azevedo, 2021.

Na figura 4, o comparativo da demanda química de oxigênio dos efluentes mostra que, de janeiro a maio, os resultados do ano de 2020 foram superiores aos resultados de 2019. Após a manutenção da estação de tratamento de esgoto em maio, os resultados das análises de junho a dezembro de 2020, obtiveram valores menores que os resultados das análises de 2019, demonstrando a eficiência do produto.

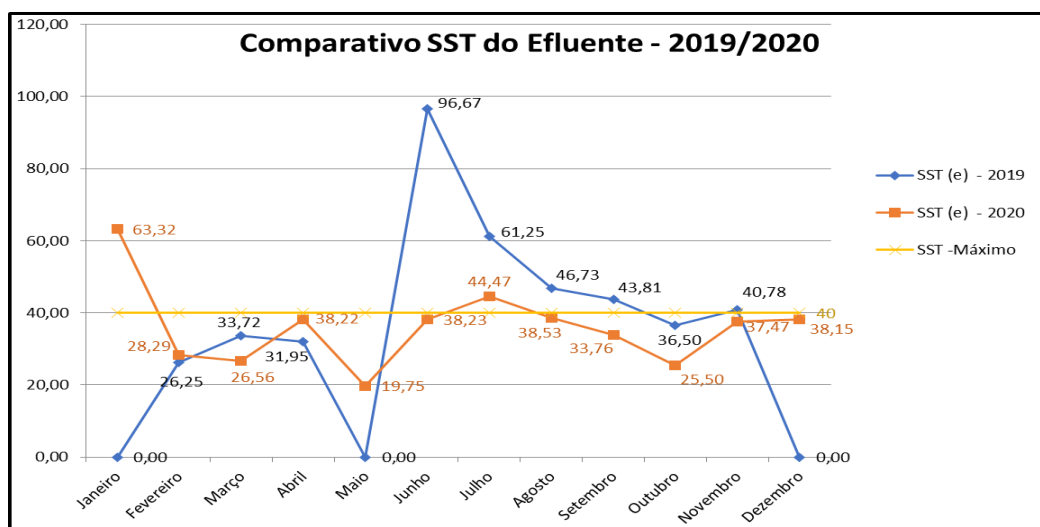
Figura 5 – Comparativo do parâmetro pH do Efluente – 2019/2020.



Fonte: Azevedo, 2021.

A figura 5 demonstra que, em 2020, o potencial hidrogeniônico sofreu uma leve alteração com o uso do produto Biotreat, mas no geral permaneceu dentro dos padrões pré-estabelecidos, com um mínimo 5 e máximo de 9.

Figura 6 – Comparativo do parâmetro SST do Efluente – 2019/2020.



Fonte: Azevedo, 2021.

Na figura 6, o comparativo dos sólidos em suspensão totais demonstra que, de janeiro a maio, os resultados do ano de 2020 foram superiores aos resultados de 2019. No entanto, após a manutenção da estação de tratamento de esgoto em maio, os resultados de junho a dezembro de 2020 foram menores que os resultados de 2019. Por padrão, o máximo permitido por lei é de 40 mg/L. Com o uso do Biotreat a estação de tratamento de esgoto começou a ficar dentro dos padrões. Dos sete meses, apenas no mês de julho houve uma leve variação do resultado para maior no ano 2020. Segundo VIEIRA, 1996 em seu estudo sobre o tratamento de esgoto domésticos com reatores anaeróbicos de fluxo ascendente, o qual levou mais de 10 anos de dados de operação destes reatores para que a estação de tratamento de esgoto possa atingir regularmente os padrões conforme (Conselho Nacional do Meio Ambiente 357/2005 e, 430/2011, Instituto Estadual do Ambiente DZ-215.R-4) está deverá trabalhar rigorosamente conforme as normas operacionais estabelecidas e com manutenções preventivas em dia.

CONCLUSÕES

Através do monitoramento geral da ETE e do acompanhamento dos resultados das análises laboratoriais, foi possível avaliar o desempenho do produto.

Inicialmente, observou-se que a ETE passou a remover DBO e DQO com maior eficiência, além de uma melhoria nos parâmetros dos efluentes tratados. A coloração do efluente tratado clareou consideravelmente e o odor na estação foi quase eliminado. Também houve uma diminuição do lodo, redução drasticamente da formação de espuma e evidenciando os benefícios da aplicação do método complementar no tratamento.

É importante destacar que alguns resultados não foram tão satisfatórios devido a falhas mecânicas durante a operação da ETE. No entanto, conforme demonstrado nas figuras (1 a 6), o Biotreat contribuiu para otimizar o processo de biodegradação no tratamento sanitário.

Apesar dos avanços alcançados, a adequação aos valores exigidos pela legislação ainda é um desafio. Recomenda-se, portanto, um acompanhamento contínuo na estação e a realização de manutenções preventivas para garantir a eficácia contínua do produto.

No geral, este estudo demonstrou a grande eficiência do produto dentro da estação de tratamento de esgoto estudada.

Agradecimentos

Gostaria de expressar minha profunda gratidão ao Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Volta Redonda, por disponibilizar seu espaço, seus dados e recursos, bem como todos os técnicos que nos acompanharam e orientou durante o estudo. Ao meu amigo Marcus Vinicius que esteve sempre incentivando. A todos vocês, muito obrigado!

Referências Bibliográficas

AZEVEDO, Jardel Souza de. **Avaliar o uso do Biotreat em uma estação de tratamento de esgoto**. 2021. 30f. Dissertação – Centro Profissional de Educação a Distância (CEPED), Volta Redonda, 2021

BAIRD, C.; CANN, M. **Química Ambiental**. 4^a ed. Porto Alegre: Bookman. 2011, p. 147. 2011.

CONAMA. Conselho Nacional Do Meio Ambiente. Resolução nº 357 de dezembro 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. Data da legislação 17/03/2005 – Publicação DOU nº 053, de 18/03/2005, págs. 58 – 63 Status: Alterada pelas Resoluções nº 370, de 2006, nº 397, de 2008, nº 410, de 2009, e nº 430, de 2011. Complementada pela Resolução nº 393, de 2009. Disponível em <www.mma.gov.br/port/CONAMA/res/res05/res35705.pdf>. Acesso em: 23 dez. 2018.

CONAMA. Conselho Nacional Do Meio Ambiente. Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. Diário Oficial da União nº 092, Brasília, p. 89, 2011. de março de 2005, e no art. 3º da Resolução nº 397, de 3 de abril de 2008. Diário Oficial da União nº 083, Brasília, p. 206, 2009.

COMITÊ DE BACIAS. Comitê de Bacias Hidrográfica Médio Paraíba do Sul. **Resoluções**. Disponível em <<http://cbhmedioparaiba.org.br/resolucoes/cbh-mps/2018/75.pdf>>. Acesso 08 janeiro 2019 às 22:59:35.

CORADI, P. C.; FIA, A. R.; PEREIRA-RAMIREZ, O. **Avaliação da qualidade da água superficial dos cursos de água do município de Pelotas-RS, Brasil**. Revista Ambiente & Água, Taubaté, v. 4, n. 2, p. 46-56, 2009. GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 4 ed. São Paulo: Atlas, p. 156. 2007.

GONÇALVES, R.F.; *et al.* **Pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbios por reatores com biofilme**, In: CHERNICHARO, C.A.L., coordenador. Pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbios. PROSAB 2, Belo Horizonte: Segrac Ed., 2001. p. 171-278.

INEA. Instituto Estadual do Meio Ambiente. **Diretriz de controle de carga orgânica biodegradável em efluentes líquidos de origem sanitária**. Disponível em <<https://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2018/12/DZ-215.R-4.pdf>>. Acesso 09 jan. de 2019.

MAYIM BRASIL. Soluções em Água. **Biotreat 400 uma inovadora tencologia**. Disponível em: <<https://biotreat.com.br/>>. Acesso em: 10 jul. 2021.

OMS. Organização Mundial de Saúde. **Dados estatísticos**. Disponível em <<http://www.who.int/countries/bra/es/>>. Acesso 08 jan. 2018.

SAAE-VR. Serviço Autônomo de Água e Esgoto. **Fale conosco**. Disponível em <<http://www.saaevr.com.br>>. Acesso 08 jan. de 2019.

VIEIRA, S.M.M. **Tratamento de esgotos domésticos por reator anaeróbio de fluxo ascendente e manta de lodo – Reator UASB**. São Paulo; 1996. 135p., Tese de Doutorado – Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo.

ZUIN, V. G.; IORIATTI, M. C. S.; MATHEUS, C. E. O Emprego de Parâmetros Físicos e Químicos para a Avaliação da Qualidade de Águas Naturais: Uma Proposta para a Educação Química e Ambiental na Perspectiva CTSA. Química Nova na Escola. v. 31, n 1. p. 3-8. 2009.

CARACTERIZAÇÃO FISIAGRÁFICA DA BACIA DA REPRESA DA MARICOTA EM CARAPEBUS-RJ

Maxuel Bernardes Donato¹, Camilla Soares da Silva², Fernanda de Abreu Pereira³, Vicente de Paulo Santos de Oliveira⁴

¹Instituto Federal Fluminense, e-mail: maxuel.donato@gsuite.iff.edu.br;

²Instituto Federal Fluminense, e-mail: camillasilva.acad@gmail.com;

³ Instituto Federal Fluminense, e-mail: abreufernanda93@gmail.com;

⁴ Instituto Federal Fluminense, e-mail: vicentepsoliveira@gmail.com.

RESUMO

Este estudo teve como foco a delimitação da bacia hidrográfica da Represa da Maricota, localizada em Carapebus, Rio de Janeiro, e a caracterização de seus atributos fisiográficos. A abordagem interdisciplinar envolveu análise de dados geográficos, topográficos e climáticos, proporcionando uma visão holística da dinâmica da água na região. A bacia pertence à sub-bacia do Carapebus, com uma forma intermediária e densidade de drenagem relativamente alta. O clima tropical da área influencia significativamente os processos ambientais. Os resultados revelaram que a bacia é elíptica, com extensão média do escoamento superficial indicando trajetos curtos dos cursos d'água. A alta densidade de drenagem sugere uma rede eficiente. A conformação menos circular indica menor susceptibilidade a picos de enchente, enquanto o tempo de concentração sugere uma resposta hidrológica moderadamente rápida. Essas informações são importantes para auxiliar na elaboração de estratégias de gestão ambiental e prevenção de enchentes na região.

Palavras-chave: Bacia Hidrográfica; Instrumento de Gestão; Lagoa de Carapebus; Prevenção de desastres; Interdisciplinaridade.

INTRODUÇÃO

Fatores geomorfológicos e os processos ligados ao ciclo hidrológico sugerem a importância de considerar as especificidades locais e suas interferências nos elementos de configuração da paisagem. A compreensão das características das bacias hidrográficas desempenha um papel crucial na determinação da gestão ambiental. Além disso, as mudanças climáticas globais têm implicações diretas na dinâmica da paisagem, afetando ecossistemas, padrões de vegetação e, conseqüentemente, a estrutura e a aparência da paisagem.

Este estudo se concentrou na tarefa de delinear a bacia hidrográfica da Represa da Maricota, localizada no município de Carapebus, no norte do estado do Rio de Janeiro. Além disso, procurou-se realizar uma caracterização abrangente da bacia por meio da análise de diversos atributos fisiográficos, com o propósito de entender e descrever o comportamento hidrológico dessa região. Esta microrregião tributária pertence à sub-bacia do Carapebus, no qual se situa também a Lagoa de Carapebus, um dos principais corpos hídricos da região. A unidade hidrográfica de referência encontra-se num trecho ecótono entre o ecossistema Floresta Estacional Semidecidual de Terras Baixas e Restinga. O primeiro encontra-se severamente degradado e, em quase sua totalidade, tomado por pastagem, enquanto o segundo segue preservado, em grande parte pela existência do Parque Nacional de Jurubatiba.

A abordagem adotada envolveu a coleta e análise de dados geográficos, topográficos e climáticos, entre outros, a fim de criar uma visão holística da dinâmica das águas na bacia em questão. Entre os objetivos específicos destacam-se a definição de características morfométricas e índices como: área de drenagem, comprimento e forma, sistema de drenagem e relevo da bacia hidrográfica. Para tanto, foi utilizado o software QGIS® e imagens SRTM (Missão Topográfica Radar Shuttle) como base cartográfica e geração dos dados. Também foram levantadas informações sobre os elementos que compõem a paisagem da área de estudo.

METODOLOGIA

A metodologia aplicada contribui para compreensão da paisagem da Represa da Maricota, visto que, segundo Ab'Saber (2003), esta é uma herança resultante de processos fisionômicos e biológicos, configurando-se como um patrimônio coletivo das sociedades que a ocuparam territorialmente. O autor enfatiza ainda que a apreciação e compreensão dessa herança demandam uma reflexão sobre os processos que moldaram a paisagem ao longo do tempo.

O estudo foi realizado para a determinação das características morfométricas e índices fisiográficos da microbacia hidrográfica da Represa da Maricota, localizada no município de Carapebus/RJ, por meio do software QGIS®. Foi utilizado, para processamento e análise, o Modelo Digital de Elevação, conhecido como MDE, derivado da imagem SRTM, obtida no site earthexplorer.usgs.gov, no qual foram coletadas imagens cartográficas com elevação de 30m de altitude. Inicialmente, selecionou-se um arquivo denominado SRTM, onde foram geradas as imagens, utilizadas para representar altimetria e elevação.

Além de dados obtidos por geoprocessamento, também foram consultados bibliografia e relatórios técnicos com dados e levantamentos de elementos da paisagem, elementos bióticos e abióticos que evoluem em conjunto no tempo e no espaço, produzindo padrões de paisagem particulares que “estão ligados a uma longa e complexa história evolutiva, tanto dos seres vivos que nelas habitam como dos elementos não vivos, como o clima, a hidrografia, o solo e o relevo, em diferentes escalas de tempo” (FIGUEIRÓ, 2015, pág. 18).

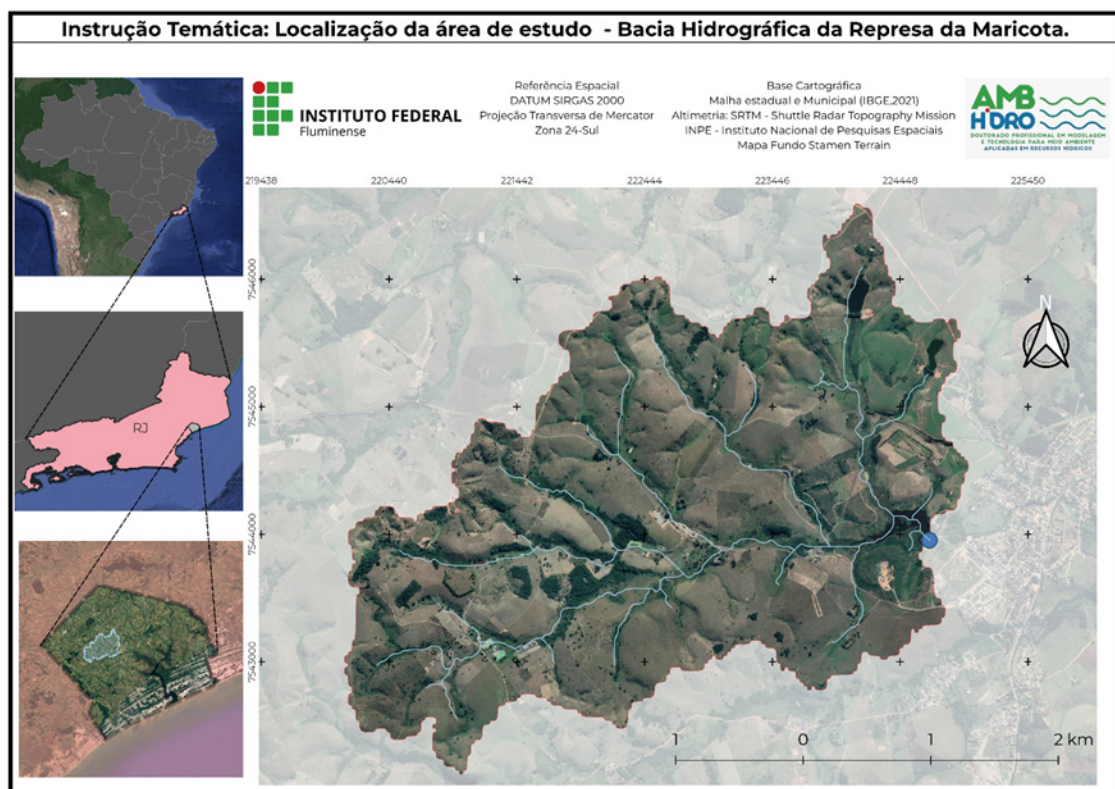
Posteriormente foi realizada a análise de formas e configurações da bacia hidrográfica, como o coeficiente de compactidade (K_c), que avalia a relação entre a área e o perímetro de um objeto, fornecendo informações sobre o grau de compactação; o índice de circularidade (I_c), que mensura o quão próximo um objeto está de uma forma circular ideal, sendo particularmente útil na identificação de formas arredondadas; e o coeficiente de conformação (F_c), que descreve o grau de ajuste de um objeto a uma forma predefinida ou ideal. Esses parâmetros desempenham um papel fundamental na análise de formas, sendo empregados em áreas diversas, como geologia, biologia, engenharia e outras, para descrever e comparar objetos e estruturas de interesse, fornecendo insights valiosos para a pesquisa e o desenvolvimento em várias disciplinas.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A área de estudo fica localizada às margens da RJ 186, a qual abrange variedade de propriedades, incluindo propriedades privadas e públicas, bem como a presença da Unidade de Conservação Carapeba Boa, sob gestão municipal, conforme ilustrado na Figura 1. Sua localização no território municipal é demarcada no Córrego da Maricota, compreendendo as coordenadas geográficas Latitude: 7.546.500m a 7.542.000m (S) e Longitude: 219.938m a 224.948m (E), referenciadas no Datum Sirgas-2000/Z 24S. Esta diversidade de proprieda-

des confere à região uma complexidade significativa, influenciando diretamente a interação entre os elementos bióticos e abióticos que moldam a sub-bacia da Represa da Maricota.

Figura 1 - Mapa de Localização da Bacia hidrográfica (BH) da Represa da Maricota.



Fonte: Elaborado pelos autores sobre base do software Qgis (2023)

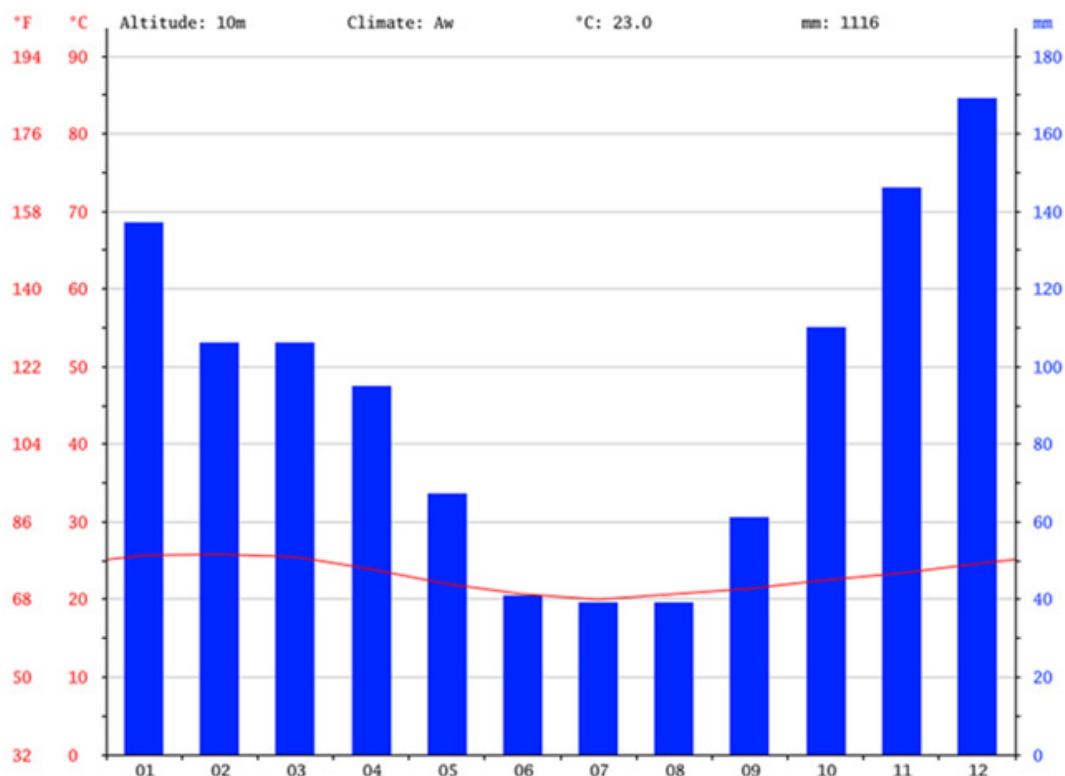
Quanto às dimensões geográficas, a área total da Bacia atinge 12,184 km² e variação altimétrica, que oscila entre 73,88m e 10,03m, refletindo sua extensão e importância na configuração da paisagem local. O talvegue principal tem 5.921,79m. Se somados o comprimento de todos os cursos de água existentes na sub-bacia, o valor chega a 22.290,54m.

A caracterização do clima na região do município de Carapebus desempenha um papel fundamental na compreensão dos processos ambientais e na dinâmica da sub-bacia. A região a qual pertence o município de Carapebus caracteriza-se por apresentar clima tropical, cujo regime de precipitação apresenta variações significativas entre as estações, com uma marcante concentração de chuvas durante o verão. De acordo com o Plano Municipal de Saneamento Básico de Carapebus (2020), o clima é classificado como Aw (clima tropical com estação seca de Inverno). A pluviosidade média anual de 1.116 mm destaca a importância das chuvas para o equilíbrio hidrológico da região, influenciando diretamente a disponibilidade de água na bacia hidrográfica.

A média anual de temperatura de 23°C é representativa de um ambiente térmico tropical, proporcionando condições propícias para a diversidade biológica e o funcionamento dos ecossistemas locais. A variação térmica ao longo do ano contribui para a dinâmica dos processos naturais na região, influenciando fenômenos como a evaporação e a transpiração vegetal. A Figura 2,

apresentando o gráfico climático com as médias de temperatura e precipitações, fornece uma representação visual que auxilia na compreensão da sazonalidade climática na área de estudo.

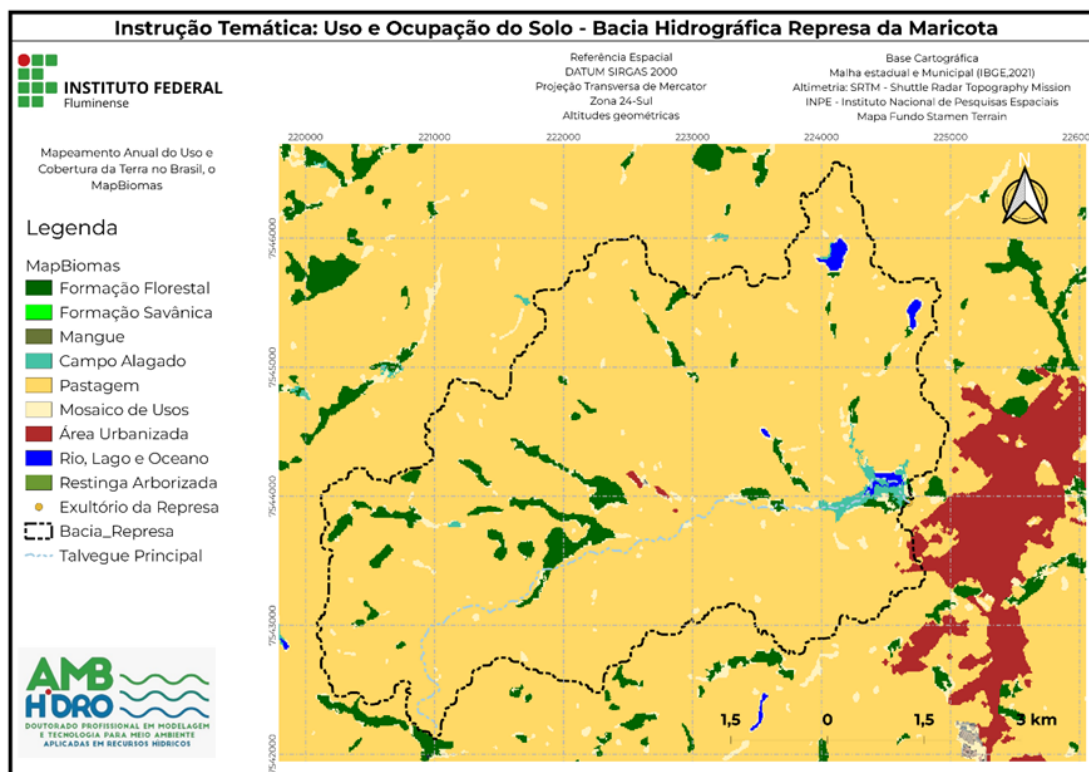
Figura 2 - Gráfico climático com temperaturas e precipitações médias.



Fonte: Plano Municipal de Saneamento básico de Carapebus/RJ (2020)

A parte da bacia sob investigação está situada, de acordo com as diretrizes do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB, 2020), na Área de Proteção Ambiental (APA) Carapeba Boa. Esta área, que fica no entorno da zona urbana do município, estende-se desde a represa da Maricota, percorrendo o córrego homônimo até alcançar a lagoa de Carapebus e tem como objetivos primordiais a preservação dos recursos hídricos e a ordenação do desenvolvimento urbano. Anteriormente, o trecho estudado foi o principal sistema de captação de água para o abastecimento municipal, mas atualmente é gerido para usos recreativos e como parte do controle de enchentes municipais. Apesar dos esforços empreendidos em iniciativas de conservação, a região encontra-se substancialmente degradada, conforme evidenciado na Figura 3, com escassas áreas de cobertura florestal ainda mantendo sua integridade original.

Figura 3 - Uso e Ocupação solo na BH da represa da Maricota de acordo com o MapBiomas

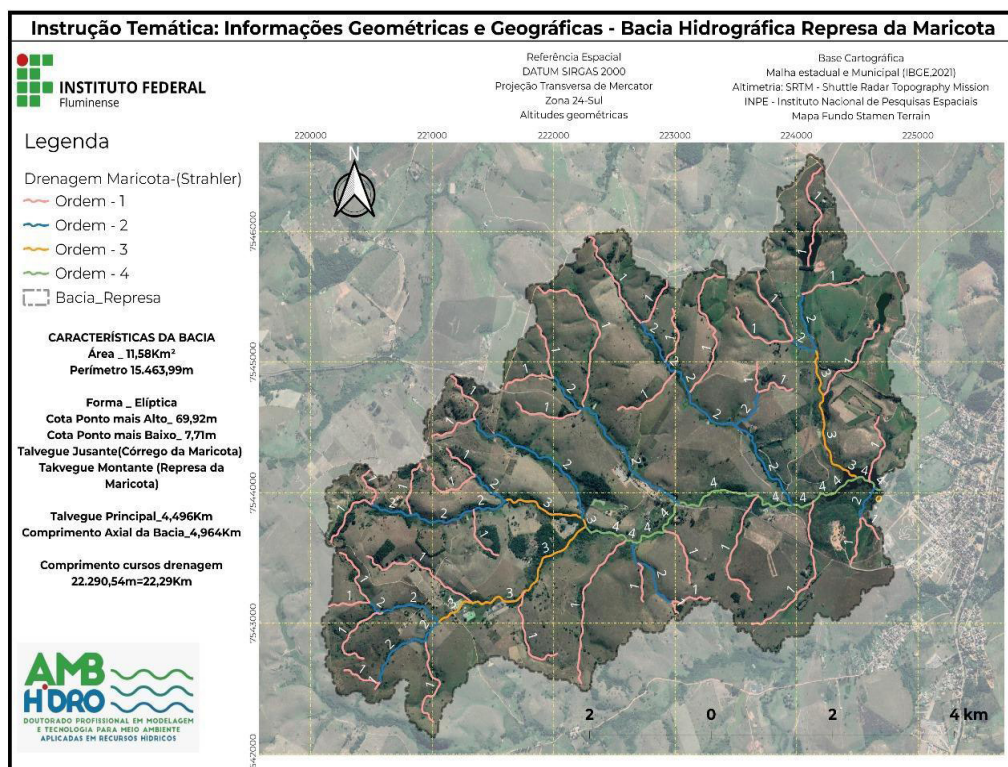


Fonte: Elaborado pelos autores sobre base do software Qgis (2023)

Segundo o Manual de Adubação e Calagem do Estado do Rio de Janeiro (EMBRAPA, 2013), a maior parte do solo de Carapebus é classificado como Latossolos Amarelos, solos que apresentam teores de matéria orgânica menores e são distróficos, com menor expressão de solos com caráter aluminico, como ocorre nos ambientes da região Amazônica. Esses tipos de solos apresentam boas condições físicas de retenção de umidade e boa permeabilidade. São intensivamente utilizados para culturas de cana-de-açúcar e pastagens, e em menor escala, para cultivo de mandioca, coco da baía e citros; e grandes áreas de silvicultura com eucalipto.

A fim de determinar os índices físicos da bacia hidrográfica, é preciso conhecer as áreas de drenagem, o comprimento do rio e talvegue, a forma da bacia, entre outros. Porém, devido à ausência de informação a respeito da área drenada à montante do reservatório, foram realizados procedimentos de georreferenciamento com auxílio do software QGIS. A rede fluvial de drenagem de uma bacia hidrográfica pode ser classificada segundo uma hierarquia, de acordo com o método desenvolvido por Strahler em 1958 (TUCCI, 1993). A ordem dos rios da bacia da represa da Maricota aparece na Figura 4.

Figura 4 - Ordem dos rios da bacia da Represa da Maricota

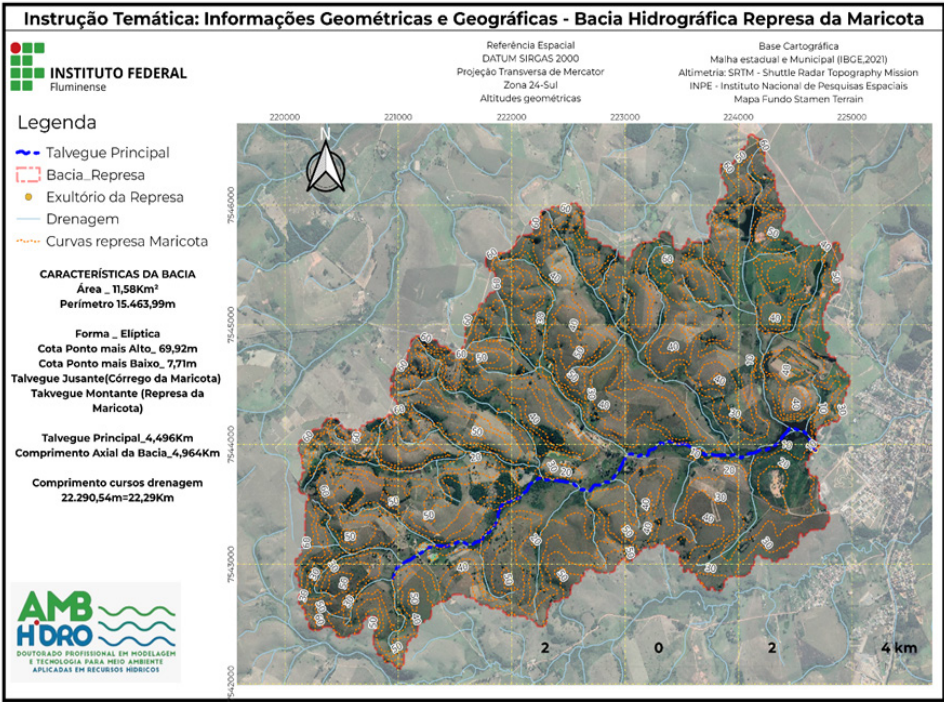


Fonte: Elaborado pelos autores sobre base do software Qgis, 2023.

Essa classificação é útil, entre outros fatores, para revelar padrões de drenagem e na previsão de vazões devido à influência da ordem do rio na resposta hidrológica. Pode-se perceber que a Bacia da Maricota apresenta uma rede dendrítica, que se assemelha a um sistema de raízes de uma árvore, com um rio principal que se ramifica em rios menores e, subsequentemente, em rios ainda menores, cujos afluentes se juntam ao rio principal em ângulos agudos.

Carapebus está situado em uma baixada sem expressivas altitudes. Desta forma, considera-se que não há grandes elevações, tais como morros, montanhas ou serras em seu território. A topografia predominante em Carapebus revela-se, assim, como uma área de baixas elevações, indicando uma configuração geográfica mais plana. Esta caracterização geomorfológica é relevante para a compreensão da dinâmica ambiental e pode influenciar fatores como o escoamento de água, a distribuição de recursos hídricos e a ocupação humana. A representação cartográfica na Figura 5 oferece uma visualização gráfica que corrobora essa observação, evidenciando a ausência de feições topográficas proeminentes no contexto municipal.

Figura 5 - Informações Geométricas, geográficas e físicas da Represa da Maricota



Fonte: Elaborado pelos autores sobre base do software Qgis (2023)

Uma vez determinados a área, comprimentos de talvegues e do rio, procedeu-se à determinação dos índices físicos, tais como o tempo de concentração, a forma da bacia, o fator de forma, entre outros, com o intuito de verificar uma dependência entre as variáveis dos regimes hídricos e as de natureza física da bacia.

Tabela 1 - Caracterização Fisiográfica da Bacia Hidrográfica da Represa da Maricota

Características	Dados
Área	11,58 Km²
Perímetro	15.463,99 m e 15,46 km
Forma	Elíptica
Cota do ponto mais alto	69,92 m
Cota do Ponto mais baixo	7,71 m
Rio Principal	Córrego da Maricota
Comprimento do rio	4,496 Km
Comprimento axial da bacia	4,964 Km
Comprimento dos Cursos d'água	22.290,54 m e 22,29 Km

Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

O levantamento desses dados permitiu o cálculo da Extensão Média do Escoamento Superficial, que é de 0,130 km, do coeficiente de compacidade (K_c) onde obtivemos o resultado de 1,272, do índice de circularidade (I_c) de 0,6087 e do coeficiente de conformação (F_c) é de 0,470. Também foram levantados a densidade de drenagem (D_d) é de 1,925, e o tempo de concentração é de 1,641 horas. Com base nos dados acima, podemos inferir algumas características da bacia de drenagem em questão: O coeficiente de compacidade ($K_c = 1,272$) indica que a bacia

não é perfeitamente circular e não é muito alongada. Ela tem uma forma intermediária em termos de compacidade. De acordo com Tucci (1993), ela pode ser classificada como uma bacia elíptica (K_c : 1,25 – 1,50) e tem uma tendência mediana a grandes enchentes.

O coeficiente de conformação ($F_c = 0,470$) indica a conformação da bacia. Um valor menor sugere que a bacia pode ser mais alongada ou ter formas mais complexas em comparação com uma bacia perfeitamente circular. Quanto menor o valor, mais comprida é a bacia e portanto, menos sujeita a picos de enchente. Neste mesmo sentido, o índice de circularidade ($I_c = 0,6087$) indica que a bacia não é perfeitamente circular, mas também não é muito distorcida em sua forma. A forma é intermediária entre circular e alongada.

A extensão média do escoamento superficial (0,130 km) aponta que, em média, a água percorre uma distância relativamente curta na superfície da bacia antes de atingir o ponto de saída, o que pode indicar que a bacia não é muito extensa em termos de comprimento dos cursos d'água. A densidade de drenagem ($D_d = 1,925$) é um valor relativamente alto, o que significa que a bacia possui uma alta densidade de cursos d'água em relação à sua área. De acordo com Tucci (1993), bacias com drenagem boa estão entre 1,5 a 2,5 km/km². Pode-se inferir que a bacia é bem drenada e possui uma rede de drenagem densa. Outro fator relacionado é o tempo de concentração (1,641 horas) representa o tempo médio que a água leva para percorrer a bacia e atingir o ponto de saída. Esse valor sugere que a resposta hidrológica da bacia não é extremamente rápida, mas também não é excepcionalmente lenta.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo delimitar uma bacia hidrográfica a partir de um exutório de interesse e caracterizar através de atributos fisiográficos o comportamento hidrológico da sub-bacia da Maricota, localizada no município de Carapebus-RJ, visando contribuir para uma compreensão mais profunda dos processos hidrológicos e, assim, fornecer informações úteis para gestão ambiental e tomada de decisões em relação a essa área específica. Dessa forma, o estudo realizado revelou que a bacia de drenagem analisada possui características intermediárias entre formas circulares e alongadas, classificando-se como elíptica com propensão moderada a grandes enchentes. A extensão média do escoamento superficial indicou percursos relativamente curtos dos cursos d'água na superfície da bacia. A alta densidade de drenagem sugere uma eficiente rede de cursos d'água em relação à área da bacia. O coeficiente de conformação aponta para uma forma menos circular, associada a uma menor suscetibilidade a picos de enchentes e o tempo de concentração sugere uma resposta hidrológica moderadamente rápida da bacia. Esses resultados fornecem informações que contribuem para estratégias de manejo, prevenção de enchentes e preservação ambiental na região. A relevância desse estudo ultrapassa o âmbito acadêmico, estendendo-se à esfera prática da gestão ambiental e à tomada de decisões relacionadas a essa região específica. Ao compreender a morfologia e o comportamento hidrológico da sub-bacia da Maricota, torna-se possível desenvolver estratégias de manejo sustentáveis, bem como aprimorar a gestão de recursos hídricos na região de Carapebus. Essas informações oferecem uma base sólida para a implementação de medidas que visem à preservação ambiental e à prevenção de possíveis impactos adversos relacionados aos recursos hídricos, contribuindo, assim, para o desenvolvimento sustentável e resiliente dessa área específica.

Referências Bibliográficas

AGEVAP. **Plano Municipal de Saneamento Básico do município de Carapebus**. Resende,

29 nov. 2023. Disponível em: http://sigaceivap.org.br:8080/publicacoesArquivos/ceivap/arq_pubMidia_Processo_043-2018_Po6.pdf. Acesso em: 10 nov. 2023.

AB'SABER, Aziz. **Os domínios de natureza no Brasil:** potencialidades paisagísticas. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

FIGUEIRÓ, Adriano. **Biogeografia:** dinâmicas e transformação da natureza. São Paulo: Oficina dos Textos, 2015.

FREIRE, L. R. (coord.). **Manual de calagem e adubação do Estado do Rio de Janeiro.** Brasília, DF: Embrapa; Seropédica: Universidade Rural, 2013.
Disponível em: bdpa.cnptia.embrapa.br/consultabusa?b=pc&id=963089&biblioteca=vazio&busca=963089&qFacets=963089&sort=&paginacao=t&paginaAtual=1. Acesso em: 10 nov. 2023.

TUCCI C. E. M. *et al.* **Hidrologia.** Coleção ABRH de Recursos Hídricos. EDUSP, 943 p., 1993.

CARACTERIZAÇÃO FISIAGRÁFICA DA SUB-BACIA DO CÓRREGO SÃO JOÃO BATISTA, NO DISTRITO DE CARABUÇU- BOM JESUS DO ITABAPOANA-RJ

Everaldo Vieira Pinto¹, José Carlos Martins dos Reis², Manildo Marcião de Oliveira³, Vicente de Paulo Santos de Oliveira⁴, Victor Barbosa Saraiva⁵

Instituto Federal Fluminense, Doutorado em Modelagem e Tecnologia para Meio Ambiente Aplicadas em Recursos Hídricos

¹ Email: epinto@iff.edu.br

² Email: jose.reis@gsuite.iff.edu.br

³ Email: manildodpicf@gmail.com

⁴ Email: vsantos@iff.edu.br

⁵ Email: vsaraiva@iff.edu.br

RESUMO

A determinação das características de uma bacia hidrográfica constitui elementos indispensáveis para o planejamento e avaliação do seu comportamento hidrológico, além de auxiliar nas tomadas de decisões quanto à proteção, controle e fiscalização dos mananciais, conservação, uso e ocupação do solo. Neste sentido, este estudo teve como objetivo analisar os dados morfométricos da sub-bacia hidrográfica do Córrego São João Batista, localizada no distrito de Carabuçu, município de Bom Jesus do Itabapoana, estado do Rio de Janeiro. Possuindo o seu ponto mais alto cota 724,28 m com exutório no Rio Itabapoana, a sub-bacia drena uma área de 86,127 Km², identificada como bacia hidrográfica de 5^a ordem conforme ordem de STRAHLER, possui forma elíptica, o canal principal apresenta leve tendência à sinuosidade, boa drenagem. Seu clima é definido como tropical chuveiro com inverno seco. Em relação a possibilidade de erosão, através da identificação do Índice de rugosidade, que demonstra a capacidade de um escoamento superficial em provocar erosão, constatou-se que a bacia analisada possui médio risco de degradação. Quanto ao uso do solo, infere-se o predomínio acentuado por área de pastagem e uma pequena área urbanizada.

Palavras-chave: Bacia Hidrográfica, Córrego São João Batista, Carabuçu, Bom Jesus do Itabapoana, Caracterização Morfométrica.

INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica constitui-se do conjunto de terras delimitadas pelos divisores de água e drenadas por um rio principal, seus afluentes e subafluentes. Dentro de uma visão integrada, deve ser a unidade de caracterização, diagnóstico, planejamento e gestão ambiental, assim, a água vem a ser um elemento integrador dos fenômenos físicos (DE ARAÚJO, 2009).

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o município de Bom Jesus do Itabapoana possui extensão territorial de 596,659 Km² e uma população de 35.173 habitantes com densidade demográfica de 58,95 hab/Km², com renda média mensal de 1,8 salários mínimos, taxa de escolaridade das séries iniciais e ensino fundamental é de 98,1% com IDEB (Índice de Desenvolvimento da Educação Básica) nos anos iniciais do ensino fundamental de 5,4 e nos anos finais de 5,1. O Produto Interno Bruto (PIB) per capita é de R\$23.373,40. O município apresenta 80,1 % dos domicílios com esgotamento sanitário adequado e 27% de domicílios urbanos em vias públicas com urbanização adequada (presença de bueiro, calçada, pavimentação e meio-fio). O Índice de Desenvolvimento Humano do município (IDHM) de Bom Jesus do Itabapoana é de 0,732 (IBGE, 2021). De acordo com dados de sua última divisão territorial datada de 2003, o município é constituído de 10 distritos: Distrito sede Bom Jesus do Itabapoana; Calheiros; Rosal; Carabuçu; Pirapetinga; Serrinha; Barra de Pirapetinga; Usina Santa Maria; Usina Santa Isabel e Bom Jardim

(IBGE,2021).

METODOLOGIA

O presente trabalho de pesquisa foi elaborado junto à disciplina de Hidrologia Aplicada no Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Modelagem e Tecnologia para Meio Ambiente Aplicadas em Recursos Hídricos, do Instituto Federal Fluminense para determinação das características morfométricas e também índices fisiográficos da sub-bacia hidrográfica do Córrego São João Batista, distrito de Carabuçu, localizada no município de Bom Jesus do Itabapoana, na Região Noroeste do Estado do Rio de Janeiro, município pertencente a região Hidrográfica IX, Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana, e tem como talvegue principal o Córrego São João Batista, que dá nome a sub-bacia.

O estudo foi realizado para a determinação das características morfométricas e índices fisiográficos da sub-bacia hidrográfica do Córrego São João Batista, localizada no Distrito de Carabuçu, no município de Bom Jesus do Itabapoana/RJ, através do uso do software QGis®. O programa foi utilizado no processamento e análise o modelo utilizado neste estudo foi o da missão, que um Modelo Digital de Elevação conhecido como MDE derivado da imagem SRTM, obtida no site earthexplorer.usgs.gov, onde foram coletadas imagens cartográficas com elevação de 30m de altitude. Inicialmente selecionou-se um arquivo denominado SRTM, onde foram geradas as imagens, utilizadas para representar altimetria e elevação. Utilizando a classificação quanto a ordem de um curso d'água proposta por (STRAHLER, 1952), constatou-se que o Córrego São João Batista, rio principal dessa sub-bacia, é um rio de ordem cinco.

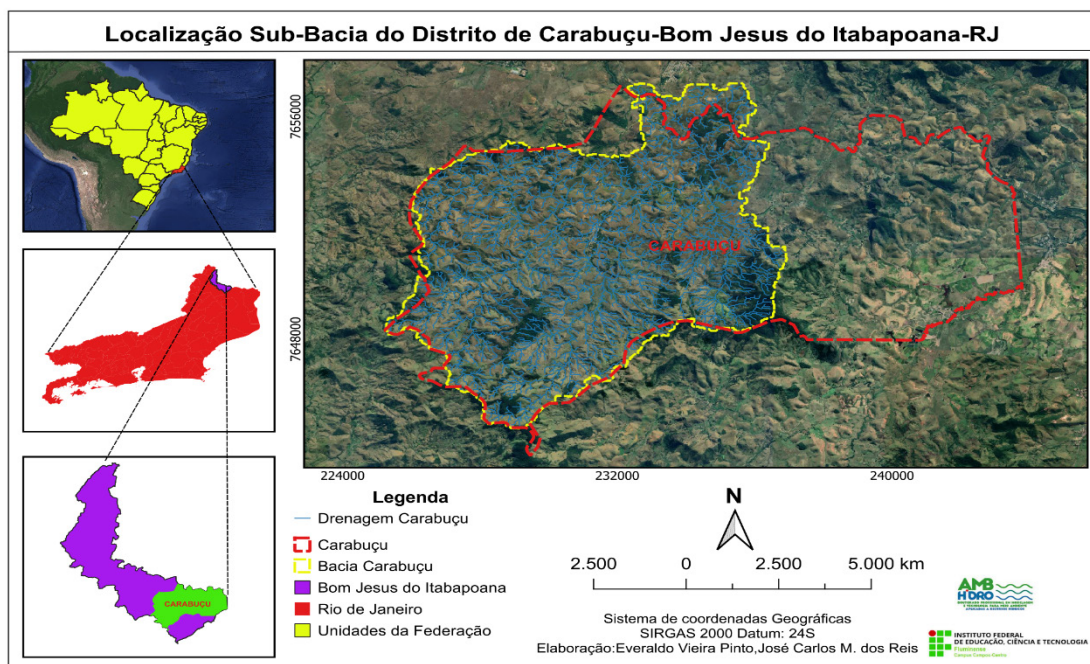
A sub-bacia hidrográfica do Córrego São João Batista, está localizada no distrito de Carabuçu, no município de Bom Jesus do Itabapoana, na região noroeste do Estado do Rio de Janeiro, tendo como bacia principal bacia do Rio Itabapoana na região hidrográfica IX, a sub-bacia possui uma área de 86,127 Km², com 65.606 km de perímetro, nessa delimitação tem se como cota do ponto mais alto a altitude de 724,28m, para a cota do ponto mais baixo a altitude de 64,67 m o comprimento axial da bacia é de 13,061 km. O talvegue principal tem 17.882 km enquanto o comprimento dos cursos d'água da sub-bacia compreendem 153.368 km.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A bacia hidrográfica constitui-se no conjunto de terras delimitadas pelos divisores de água e drenadas por um rio principal, seus afluentes e subafluentes dentro de uma visão integrada, deve ser a unidade de caracterização, diagnóstico, planejamento e gestão ambiental assim, a água vem a ser um elemento integrador dos fenômenos físicos (DE ARAÚJO, 2009).

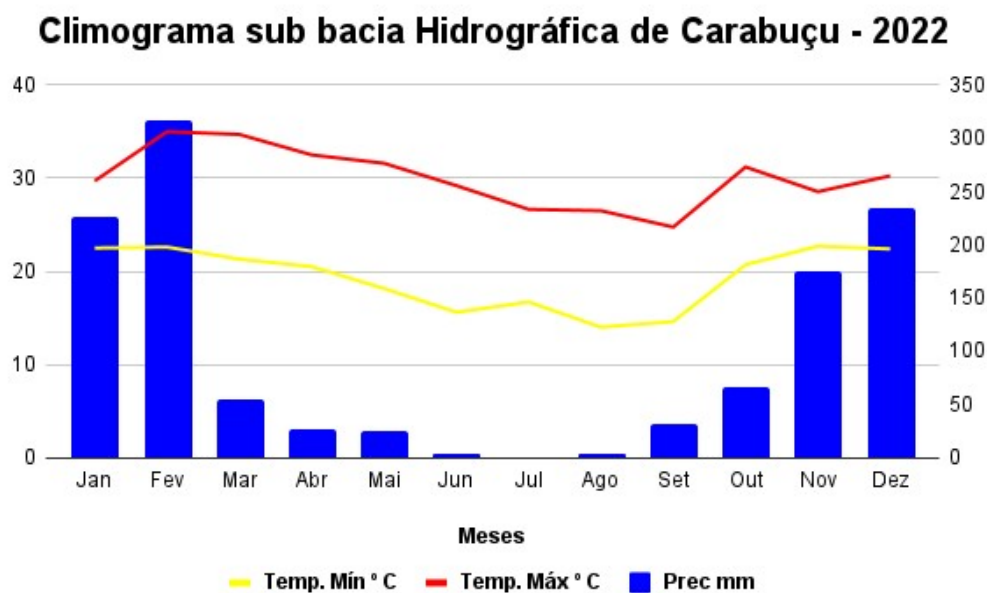
Os dados para realização do climograma foram obtidos junto ao Instituto Federal Fluminense - Campus Bom na estação meteorológica instalada sobre coordenada 21°08'14"S 41°39'39"W.

Figura 1: Localização sub-bacia do distrito de Carabuçu-Bom Jesus do Itabapoana



Fonte: Elaborado pelos autores, software Qgis.

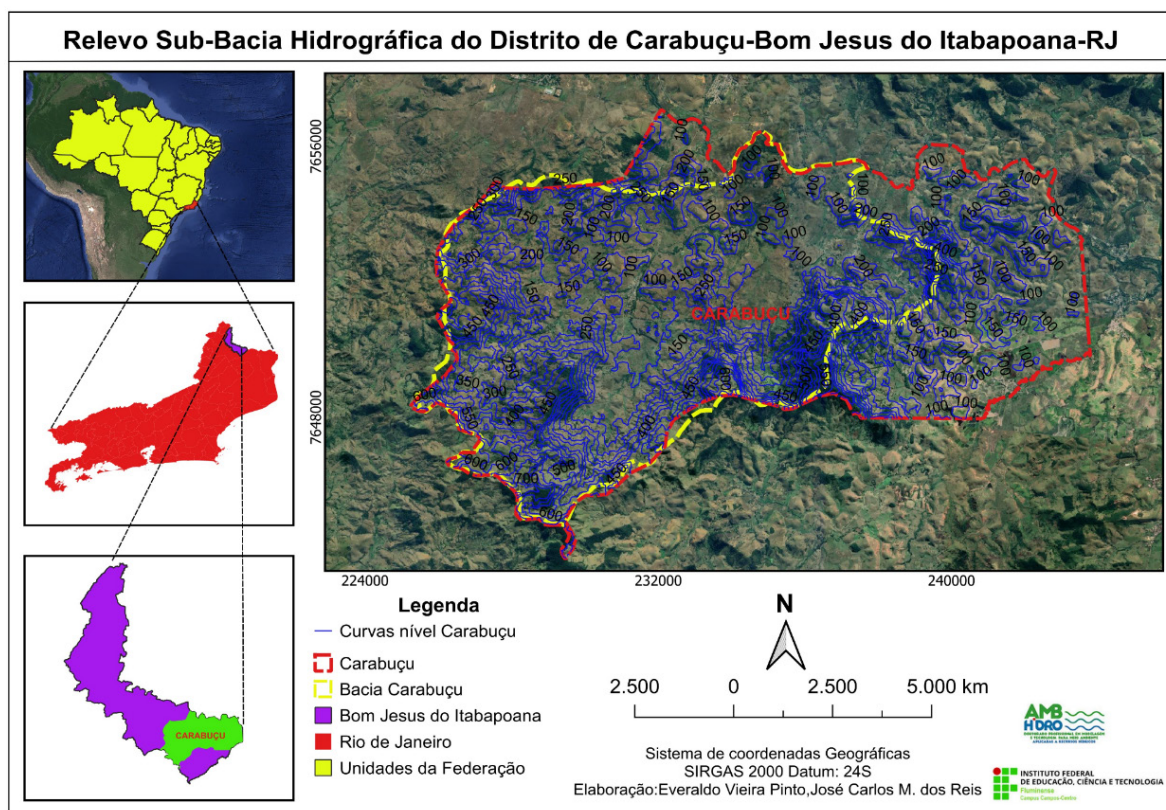
Figura 2: Climograma sub-bacia hidrográfica do Carabuçu



Fonte: elaborado pelos autores

Segundo a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), o município de Bom Jesus do Itabapoana apresenta dois sistemas: relevos de degradação em planaltos dissecados ou superfícies aplainadas, localizado no domínio denominado ‘Domínio de Morros Elevados’; e relevos de degradação em áreas montanhosas, denominado ‘Maçãos Costeiros e Interiores’.

Figura 3: Relevo sub-bacia do distrito de Carabuçu-Bom Jesus do Itabapoana



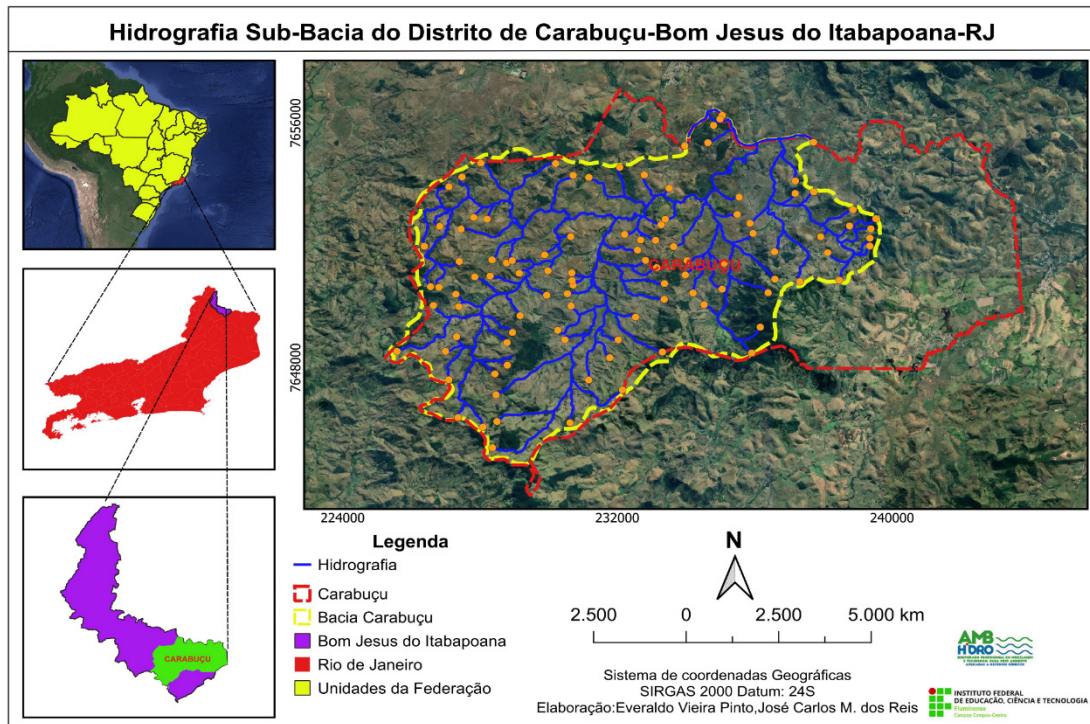
Fonte: Elaborado pelos autores, software QGis.

O clima da região é tropical chuvoso com inverno seco, sendo que no trimestre menos chuvoso, as médias pluviométricas são inferiores aos 60 mm (milímetros). Além disso, a precipitação pluviométrica média da região não ultrapassa 1.000 mm, sendo registrada ocorrência de valores inferiores a 800 mm. A evapotranspiração, segundo método de Thornthwaite, é superior a 1.300 mm anuais (INEA, 2014).

Pode-se perceber que a sub-bacia do Córrego São João Batista apresenta uma forma elíptica, com um rio principal que se ramifica em rios menores e, subsequentemente, em rios ainda menores, e os afluentes se juntam ao rio principal em ângulos agudos até sua jusante no Rio Itabapoana.

Observa-se o predomínio de amplitudes topográficas superiores a 300 metros e gradientes muito elevados, com ocorrência de colúvios e depósito de tálus, solos rasos e afloramentos de rocha, está situado em uma baixada sem expressivas altitudes, como pode ser visto na figura 4.

Figura 4: Hidrografia sub-bacia do distrito de Carabuçu-Bom Jesus do Itabapoana



Fonte: Elaborado pelos autores, software QGIS.

A área de drenagem de uma bacia hidrográfica é um dado fundamental para definir a potencialidade hídrica, pois é através da multiplicação da área da bacia pela altura da lâmina d'água precipitada que se define o volume recebido pela bacia. A área da bacia hidrográfica é também elemento básico para o cálculo de outras características físicas de uma bacia.

Após a determinação da área da bacia, do seu perímetro, dos comprimentos de talvegues e do córrego principal, procedeu-se à determinação dos índices físicos, tais como o tempo de concentração, a forma da bacia, o fator de forma, entre outros, com o intuito de verificar uma dependência entre as variáveis dos regimes hídricos e as de natureza física da bacia. O tempo de concentração de uma bacia é definido como sendo o tempo, a partir do início da precipitação, necessário para que toda a bacia contribua com o exutório, é o tempo de concentração aponta as magnitudes dos picos de enchente, dado de fundamental importância nas tomadas de decisões quanto às ações de prevenção e controle de enchentes dentre outras.

Os valores relativos à classificação fisiográfica da sub-bacia do Córrego São João Batista podem ser observados na tabela 1.

Tabela 1: Caracterização Fisiográfica da Sub-bacia Hidrográfica de Carabuçu

Características	Dados
Área (A)	86.127 Km ²
Perímetro (p)	65.602 km
Forma	Elíptica

Características	Dados
Cota do ponto mais alto	724,28 m
Cota do ponto mais baixo	64,67 m
Talvegue principal	Córrego São João Batista
Comprimento do talvegue principal	17.882 Km
Comprimento total dos cursos d'água	153.368 Km
Comprimento axial da bacia	13.061 Km
Talvegue montante	Serra do carvão
Talvegue jusante	Rio Itabapoana

Fonte: Elaborado pelos autores

Com a utilização desses valores foi possível, através das fórmulas e equações pertinentes, chegar aos valores de: Densidade de drenagem (Dd); Coeficiente de manutenção (Cm); Índice de rugosidade (Ir); Coeficiente de compacidade (Kc); Índice de circularidade (Ic); Fator de forma (Ff); Índice de sinuosidade (Is); Densidade hidrográfica (Dh); Amplitude altimétrica (Hm), conforme se observa na tabela 2.

A densidade de drenagem (Dd) de uma bacia é a razão entre o comprimento total dos seus cursos d'água e a área desta. Um valor alto para Dd indica uma densidade de drenagem relativamente alta e uma resposta rápida da bacia a uma precipitação (Christofolletti 1980). para a bacia em estudo o valor encontrado revela uma bacia com drenagem boa.

Coeficiente de manutenção (Cm) trata-se do índice que visa calcular a área mínima que a bacia necessita para a manutenção de um metro de canal de escoamento. (TONELLO et. al., 2006). A sub-bacia do Córrego São João Batista apresenta o coeficiente de manutenção de $0,561\text{m}^2/\text{m}^{-1}$. Índice de rugosidade (Ir) relaciona a disponibilidade do escoamento superficial com a capacidade de provocar erosão, é expresso pela declividade média, onde, quanto maior for o índice, maior será o risco de degradação da bacia (FRAGA et al., 2014). O Índice encontrado foi de 370,56m, indicando médio risco de degradação para a bacia analisada.

Coeficiente de compacidade (Kc) também conhecido por índice de Gravelius, é o quociente da relação entre o perímetro da bacia e o perímetro de um círculo de área igual à da bacia. Trata-se de um número adimensional que varia com a forma da bacia, quanto mais irregular for a bacia, maior será o coeficiente de compacidade. Um coeficiente mínimo igual à unidade, corresponderia a uma bacia circular. para o Córrego de São João Batista encontrou-se o valor 1,98, que indica bacia não sujeita a grandes enchentes.

O Índice de circularidade (Ic) relaciona a área da bacia à área de um círculo de perímetro igual ao da área da bacia. Trata-se da relação entre a área da bacia e o perímetro da bacia, tendendo a 1, conforme se aproximar da forma circular (MILLER, 1958). Foi obtido através da fórmula relativa ao índice de circularidade valor de 0,25, e após análise comparativa com parâmetros definidores constatou se que sub-bacia possui forma alongada.

Fator de forma (Ff) é definido pela relação entre a largura média da bacia e o seu comprimento axial, da bacia da foz até o seu divisor topográfico (CHRISTOFOLETTI, 1981 apud SILVA et al., 2009). Para a sub-bacia do Córrego São João Batista o fator de forma encontrado foi de 0,50, bacia com tendência mediana a enchentes.

O índice de sinuosidade (Is) é a variável que indica a velocidade de escoamento do canal do curso hídrico, definido pela relação entre o comprimento do rio principal e o comprimento do talvegue, onde quanto menor a sinuosidade, menor é a dificuldade em que o curso hídrico encontrará para chegar até o exutório, esse índice possui valores que variam de 1 a 2, onde para valores próximos ou inferiores a 1 dá ao curso hídrico classificação de canais tido como retilíneos, ao passo que valores superiores a 2,0, dão lhe a classificação de cursos de água sinuosos (NARDINI *et al.*, 2013). O índice de sinuosidade obtido para o Córrego São João Batista foi 1,37 que o mesmo é retilíneo com moderada tendência a sinuosidade.

Densidade hidrográfica (Dh) variável que representa o comportamento hidrológico de uma determinada área de uma bacia em um de seus aspectos fundamentais: a capacidade hídrica e de gerar novos cursos de água, por ser um parâmetro indicador da média de canais por quilômetro, a densidade hidrográfica é obtida pela relação entre o número total de cursos d'água ou canais de escoamento com a área total da bacia (VEIGA *et al.*, 2013). No Córrego São João Batista a densidade hidrográfica encontrada foi de 1,195 canal/km².

Amplitude altimétrica (Hm) é a relação das diferenças topográficas de uma bacia, que corresponde à diferença altimétrica (em metros), entre a altitude da foz e a altitude do ponto mais alto no divisor topográfico de elevação máxima (SOARES e SOUZA, 2012). Para a sub-bacia do Córrego São João Batista a amplitude altimétrica encontrada foi de 659,61 metros.

Tabela 2: Características morfométricas da Sub-bacia Hidrográfica de Carabuçu

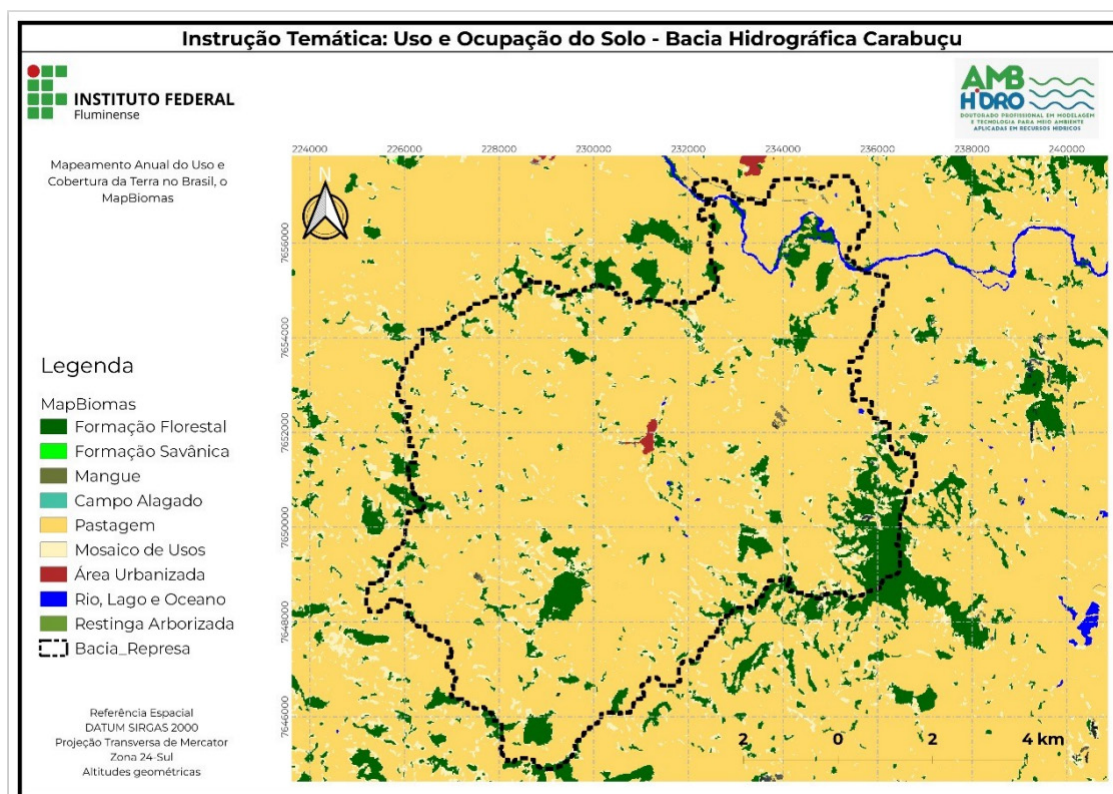
Parâmetro	Valor
Coeficiente de manutenção (Cm)	0,561m ² /m ⁻¹
Índice de rugosidade (Ir)	370,56 m
Coeficiente de compacidade (Kc)	1,98
Índice de circularidade (Ic)	0,25
Índice de sinuosidade (Is)	1,37
Densidade hidrográfica (Dh)	1,195 canal/km ²
Tempo de concentração	2,18 h
Fator forma da bacia (Ff)	0,50
Amplitude altimétrica (Hm)	659,61 m

Fonte: Elaborado pelos autores

A sub-bacia possui baixo índice de cobertura vegetal, apresentando pequenas áreas cobertas com florestas. Essa degradação também se reflete nas Áreas de Preservação Permanente (APPs) do Córrego São João Batista. Ao longo de todo o percurso do córrego, é possível perceber a inexistência de mata ciliar, o que potencializa o surgimento de processos erosivos nas margens e compromete a qualidade das águas, já que a deposição de material particulado aumenta. A bacia do Itabapoana é uma das que possuem menor índice de cobertura florestal. Em Minas Gerais e no Espírito Santo a situação não é diferente, fazendo com que muitos especialistas acreditem que algumas partes da bacia já apresentam vestígios de desertificação (TCE, 2007).

A Figura 5 apresenta o mapeamento do uso do solo da sub-bacia, realizado pelos autores através do mapa de uso e ocupação do solo.

Figura 5: Uso e ocupação do solo sub-bacia de Carabuçu.



Fonte: Elaborado pelos autores, software QGis.

Nele é possível perceber que as áreas de campos/pastagens dominam quase toda a sub-bacia, com poucas áreas com vegetação mais bem preservadas. A área tem como característica o relevo mais acentuado e, por isso, de baixo aproveitamento econômico. Entretanto, mesmo com estas áreas, o município ainda não dispõe de Unidades de Conservação em seu território.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho propõe delimitar a sub-bacia hidrográfica e caracterizar através de atributos fisiográficos e morfométricos o comportamento hidrológico da sub-bacia do Córrego São João Batista, localizada no distrito de Carabuçu município de Bom Jesus do Itabapoana-RJ, visando contribuir para uma compreensão mais profunda dos processos hidrológicos e do uso e ocupação do solo e assim, fornecer informações úteis para gestão ambiental no tocante a atual situação hídrica e tomada de decisões em relação ao manejo, conservação e proteção dessa área específica.

Pelos resultados obtidos infere-se que a sub-bacia hidrográfica do Córrego São João Batista possui pouca tendência a alagamento.

Os resultados obtidos neste trabalho são também ferramentas capazes de possibilitar novas perspectivas quanto a ações de gestão dos recursos hídricos e de planejamento estratégico em ações de desenvolvimento aliado à sustentabilidade, salientando a necessidade de novos trabalhos de pesquisas na área ambiental na sub-bacia hidrográfica.

Referências Bibliográficas

CHRISTOFOLETTI, A. A Análise de Bacias Hidrográficas. São Paulo: Geomorfismo, p. 102 - 121.1980.

DE ARAÚJO, Elienê Pontes; TELES, Mércia Gabriely Linhares; LAGO, Willinielsen Jackieline Santos. Delimitação das bacias hidrográficas da Ilha do Maranhão a partir de dados SRTM. Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Natal: INPE, 2009.

FRAGA, M. S.; FERREIRA, R. G.; SILVA, F. B.; VIEIRA, N. P. A.; SILVA, D. P.; BARROS, F. M.; MARTINS, I. S. B. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Rio Catolé Grande, Bahia, Brasil. Nativa, v. 2, n. 4, p. 214-218, 2014

IBGE (2021), censo 2010. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<<http://www.censo2010.ibge.gov.br/>>>. Acesso em: 12 out. 2023.

INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE - INEA. Boletim Consolidado De Qualidade Das Águas Das Regiões Hidrográficas Do Estado Do Rio De Janeiro. 2014. Disponível em: <<www.inea.rj.gov.br>>. Acesso em: 15 out. 2023.

MILLER, J. P. High mountain streams; effects of geology of channel characteristics and bed material: Memoir - New Mexico. Bureau of Mines and Mineral Resources, 53p. 1958.

NARDINI, R. C.; POLLO, R. A.; CAMPOS, S.; DE BARROS, Z. X.; CARDOSO, L. G.; GOMES, L. N. Análise Morfométrica E Simulação Das Áreas De Preservação Permanente De Uma Microbacia Hidrográfica. IRRIGA, [S. l.], v. 18, n. 4, p. 687–699, 2013. DOI: 10.15809/irriga.2013v18n4p687. Disponível em: <<https://revistas.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/669>>. Acesso em: 29 nov. 2023

SOARES, M.R.G.J.; SOUZA, J.L.M. Análise morfométrica da bacia hidrográfica do rio pequeno em São José dos Pinhais (PR). Revista: Geografia (Londrina). Londrina, v.21, n.1, p.19-36, 2012.

STRAHLER, A.N. Hypsometric Analysis Of Erosional Topography. Geological Society of America Bulletin, n. 63, 1952.

TCE-RJ - TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. Estudos Socioeconômicos dos Municípios – Edições 2001 a 2013.

TONELLO, K. C.; DIAS, H. C. T.; SOUZA, A. L.; RIBEIRO, C. A. A. S.; LEITE, F. P. Morfometria Da Bacia Hidrográfica Da Cachoeira Das Pombas, Guanhões – Mg. Revista Árvore, v. 30, n. 5, p. 849-857, 2006. Doi: 10.1590/S0100-67622006000500019.

VEIGA, A. M.; TRINDADE, M. C.; SOUZA, R. M.; OLIVEIRA, W. N. Caracterização Hidromorfológica Da Bacia Do Rio Dos Bois. In Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 10, Anais. Porto Alegre, 2013.

CIÊNCIA EM SANA: CIÊNCIA E SOCIEDADE EM PROL DA PRESERVAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SANA, MACAÉ

Giovanna Figueiredo Lima da Silva¹; Danyella Vieira Costa¹, Mauricio Mussi Molisani¹

¹Instituto de Biodiversidade e Sustentabilidade, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

E-mail: gigifigueiredo2000@gmail.com; danyellavieirauftrj@gmail.com; molisanimm@yahoo.com.br

RESUMO

O relato descreve a experiência de uma atividade de educação ambiental (EA) realizada no Colégio do Sana, que é uma escola pública localizada no distrito do Sana em Macaé (RJ). A região está inserida na bacia hidrográfica (BH), do Rio Sana, que é uma Área de Proteção Ambiental (APA), embora seja um polo turístico e de agropecuária, que apresenta diversos desafios para a preservação da região. A atividade de EA foi desenvolvida a partir de uma pesquisa científica realizada na BH do Rio Sana que levantou dados sobre a qualidade das águas e a presença de florestas e outros usos dos solos. Nesse contexto, a EA foi desenvolvida através de atividades que induzem a percepção dos alunos sobre a BH e suas condições ambientais e desafios de preservação, incluindo a criação de uma maquete 3D da BH.

Palavras-chave: Educação ambiental, recursos hídricos, relato de experiência, Material didático, Tecnologia 3D e APA.

INTRODUÇÃO

Em território nacional, existe o grande desafio de se pensar a natureza como algo passível de proteção, afinal, os processos que montam o aspecto histórico do Brasil estão emaranhados em uma realidade de exploração dos recursos naturais que ocorreram de maneira abrupta (DIAS, 2017). Hoje, já partilharmos de conhecimentos a respeito da necessidade de se repensar sua relação com a natureza em prol da preservação dos corpos hídricos, pois compreendemos a importância vital que a água apresenta, não apenas para a sustentação dos habitats, como também para a manutenção de todas as espécies, incluindo a nossa.

Nesse contexto, as bacias hidrográficas (BH) desempenham um papel fundamental na manutenção dos ecossistemas. Assim, os cursos d'água formadores da BH atuam como uma rede interconectada por córregos, rios, aquíferos e lagos, possibilitando a captação, o armazenamento e a distribuição da água pelo corpo hídrico. Este processo é decorrente da captação da chuva, alimentando assim, os aquíferos subterrâneos e reservatórios naturais.

A vegetação presente no entorno dos rios, denominadas como mata ciliar, promove a regulação do ciclo hidrológico, possibilitando a interceptação das chuvas e a evapotranspiração, reduzindo assim o risco de enchentes e a erosão do solo local (BARBOSA, 2000). Assim, compreender a dinâmica das BH, a influência da topografia, da precipitação e do escoamento das águas nos corpos hídricos, torna-se essencial para a manutenção e preservação dos mesmos. No entanto, a preservação e gestão eficaz de BH, exigem não apenas conhecimento técnico e acadêmico, mas também apresentam a necessidade de estabelecer laços com a comunidade local, a fim de fomentar uma gestão participativa e integrada dos recursos hídricos.

O presente trabalho foi desenvolvido na BH do Sana, uma sub-bacia do Rio Macaé (Macaé, RJ) na região da Serra do Mar. Esta BH contribui para a preservação dos recursos da mesma, representando 60% de uma densa floresta atlântica preservada e rios de boa qualidade. No entanto, alguns córregos

da região já apresentam alterações devido à crescente urbanização e retirada da mata ciliar (MAGALHÃES et al, 2021). Tais dados evidenciam a importância da presença de vegetação nativa para a manutenção do estoque e da qualidade dos recursos hídricos na região.

A BH do Sana constitui uma Unidade de Conservação de Uso Sustentável dos Recursos Naturais, a Área de Proteção Ambiental (APA) do Sana (MACAÉ, 2001). Esta APA foi criada pela lei municipal 2172/2001 em 30 de novembro de 2001, compreendendo toda a extensão que constitui o 6º distrito de Macaé-RJ. (MACAÉ, 2004 apud COZZOLINO, 2006). Segundo estabelecido no plano de manejo:

A APA DO SANA foi criada com o objetivo de conservar a biodiversidade da Mata Atlântica regional, proteger importantes mananciais aquíferos, contribuintes da bacia do Rio Macaé e essenciais para as atividades econômicas, para o desenvolvimento humano e para o equilíbrio ecológico da região. Objetiva, também, implementar estratégias de desenvolvimento em bases sustentáveis e a participação da sociedade na discussão dos conflitos de uso do solo, de manejo dos recursos naturais e dos impactos ambientais resultantes.

Apesar dos objetivos no plano de manejo, nota-se que a região ainda carece de atenção quando se trata de assuntos que permeiam o âmbito social e ambiental. Desta forma, a educação ambiental (EA) emerge como uma poderosa aliada no processo de comunicação e engajamento, não apenas com os alunos das escolas locais, mas com toda a população. Através da EA, os diálogos, dinâmicas e atividades são estabelecidos, levando os participantes a compreenderem a importância das BH's e os desafios de manutenção dessas áreas. Deste modo, a EA possibilita a criação de uma “ponte” entre a academia e a comunidade, permitindo à população, o desenvolvimento de um olhar crítico para a paisagem e a realidade que os cercam (FREIRE, 1974).

Portanto, o presente texto tem como finalidade relatar a experiência vivenciada por graduandos no projeto “Ciência em Sana”, detalhando assim, as ações de EA realizadas no distrito do Sana e o desenvolvimento dos materiais didático-pedagógicos durante o período de execução do projeto.

CONCEPÇÕES NORTEADORAS DO PROJETO:

O presente projeto surgiu a partir da dualidade vivenciada no distrito do Sana, por dois alunos da graduação em ciências biológicas durante a prática de ensino. Durante o período de 14 a 17 de fevereiro de 2022, foi realizado o evento “NUPEM NO SANA”, no qual os organizadores do evento eram estudantes do curso de licenciatura em Ciências Biológicas. Em que, naquela ocasião, cursavam a disciplina de Prática do Ensino do Instituto de Biodiversidade e Sustentabilidade (NUPEM/UFRJ). O evento foi realizado no Colégio Municipal do Sana, tendo como público-alvo alunos do 3º ano do ensino médio. Este teve como objetivo, gerar um ambiente propício para debates acerca das temáticas ambientais, abordando dados científicos gerados pelo próprio Instituto como material de apoio para os diálogos e ações. Entre os assuntos trabalhados com os discentes estavam as questões relacionadas a BH do Sana e a relevância da APA para a preservação dos recursos hídricos, proporcionando aos alunos a possibilidade de reflexão crítica sobre o seu próprio território e realidade vivenciada pelos mesmos.

A imersão na comunidade local permitiu que os estudantes da disciplina de Prática de Ensino compreendessem a necessidade crucial de estabelecer canais de diálogo com viés ambiental-educacional na comunidade local. Esta interação revelou desafios inerentes à Área de Proteção Ambiental (APA), onde se depararam com a complexa dualidade entre preservação ambiental e desenvolvimento econômico. Essa ambiguidade se manifestou especialmente diante das atividades agrícolas, pecuárias e turísticas que coexistem nesse território.

Essa dicotomia percebida pelos estudantes, concomitantemente às pesquisas científicas realizadas na BH do Sana, que associaram a qualidade da água com o uso e cobertura do solo na bacia, possibilitou uma interconexão entre a percepção dos alunos de prática de ensino e os fundamentos científicos. Assim, os resultados dessa pesquisa corroboram as observações dos graduandos ao destacar a necessidade de ações sustentáveis e políticas ambientais na preservação desse ecossistema.

Tal constatação proporcionou um entendimento mais aprofundado sobre a realidade enfrentada na região, evidenciando a importância de buscar soluções integradoras que harmonizem a preservação ambiental com o desenvolvimento econômico sustentável. Diante desse contexto e entendendo a importância da interiorização da universidade para regiões mais afastadas, os alunos recorreram a um dos tripés da universidade pública, a extensão universitária.

Para Mendonça e Silva (2002), a extensão universitária atua como um instrumento imprescindível na democratização do acesso ao conhecimento gerado pelas universidades públicas. Para os autores, a extensão universitária, não apenas amplia os seus conhecimentos, como também redimensiona o papel exercido pela instituição de ensino superior em sua função social. Souza (2000) complementa essa visão, destacando que a extensão é um meio essencial para articular a pesquisa e o ensino, a fim de tornarem ambos mais presentes e acessíveis às comunidades locais e para as regiões mais afastadas dos centros, rompendo assim o estigma de uma universidade reclusa. Tal interação entre a universidade e a comunidade, como ressaltado pelos autores, é essencial para uma troca de valores mútuos, em que a instituição oferece assistência à comunidade, e também aprende com o conhecimento local. Assim, entende-se que a extensão universitária atua promovendo uma relação colaborativa entre academia e sociedade.

Nesse contexto, o “Ciência em Sana” emerge como uma iniciativa promissora, com o propósito de articular a educação a partir de um viés científico, a fim de contribuir para a preservação das bacias hidrográficas, sustentabilidade das comunidades locais, além de possibilitar a interiorização da universidade, no intuito de democratizar o acesso à educação superior, reduzindo assim a distância entre a academia e o meio social.

CIÊNCIA EM SANA E EDUCAÇÃO AMBIENTAL:

Diversos pensadores e educadores destacam a importância das escolas como agentes de mudança na comunidade, para promover transformações em direção a um futuro melhor. Entre esses pensadores destaca-se Paulo Freire (1974), enfatizando o papel da educação na conscientização e na busca por uma sociedade mais justa. Outros autores, como John Dewey (1959), também abordaram a relevância da educação na formação de cidadãos ativos e na construção de comunidades mais engajadas. Essas perspectivas convergem para a ideia de que as escolas desempenham um papel vital como pilares para mudanças positivas na sociedade.

O Colégio Municipal do Sana, no contexto do projeto “Ciência em Sana”, surge então como um exemplo prático dessas perspectivas. A escolha estratégica do local não apenas demonstra o compromisso do projeto com uma abordagem inclusiva e democrática da educação, mas também busca estabelecer uma conexão direta com a comunidade local. Ao eleger o Colégio Municipal do Sana como ponto focal para as atividades, os organizadores visaram facilitar uma troca contínua de experiências entre os responsáveis pela elaboração das atividades e os participantes, criando assim um ambiente propício para a cocriação e colaboração.

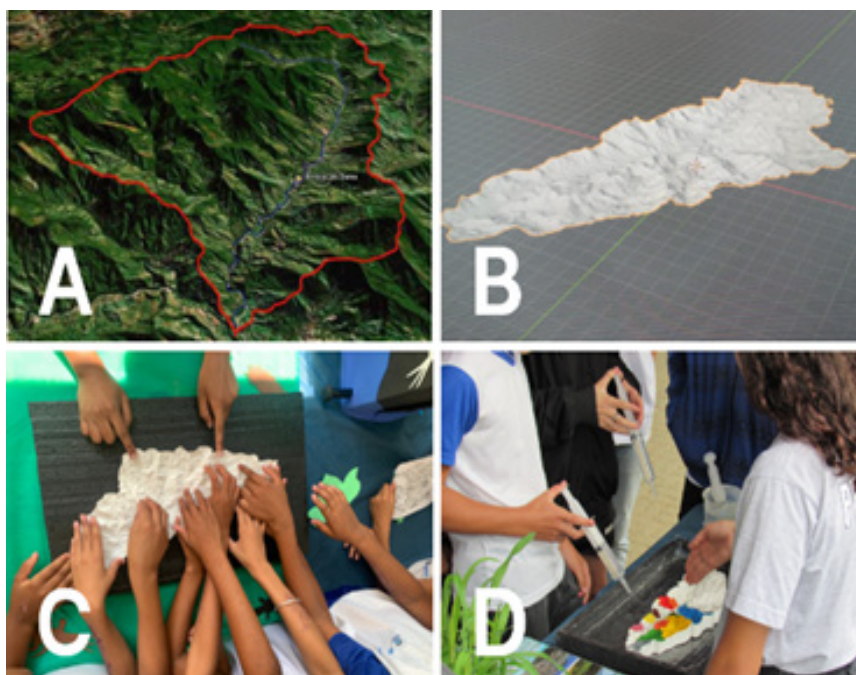
No ano de 2023, a equipe do “Ciência em Sana” começou a estruturar as reflexões mais tangíveis sobre suas atividades, integrando os conhecimentos científicos e conhecimentos locais. A fim de promover um

ambiente mais dinâmico para as atividades, os participantes da extensão passaram a idealizar os materiais que seriam utilizados como apoio, uma vez que para alguns educandos, como Nérici (1971, p.402), as funções dos materiais didáticos devem aproximar o aluno da realidade do que se pretende ensinar, possibilitando ao mesmo, uma noção mais exata dos fatos. Além disso, os materiais devem auxiliar na compreensão, percepção, na fixação do conteúdo trabalhado e motivar os alunos a participar das atividades. Seguindo ainda neste conceito, Nérici classifica os recursos didáticos como uma forma inovadora que o professor poderá se apoiar para trabalhar algumas temáticas, a fim de sair do tradicionalismo.

Diante da complexidade do tema de bacias hidrográficas, surgiu a necessidade de desenvolver uma abordagem mais inovadora, para tornar esse conceito mais acessível e tangível aos educandos. Nesse contexto, foi desenvolvida uma representação tridimensional (3D) de uma bacia hidrográfica (Figura 1). Essa abordagem permite não apenas explicar, mas visualizar de maneira interativa como a água se movimenta, influenciando a formação dos rios e outros corpos d'água.

O projeto atingiu um marco significativo ao participar da feira de ciências do Colégio Municipal do Sana, onde apresentou o modelo didático da bacia hidrográfica do rio Sana/Macaé. Além de contribuir para a troca de conhecimento científico, a participação do projeto na escola consolidou os vínculos entre a instituição universitária e a comunidade local, promovendo um diálogo mais eficaz. Os alunos do Colégio do Sana envolvidos na exposição destacaram a importância dessa interação, ressaltando que a presença da universidade inspira e torna mais tangível a possibilidade de ingresso em uma instituição pública. Ao término do evento, tanto estudantes da escola quanto os alunos da graduação demonstraram entusiasmo pela interação, expressando a esperança de que iniciativas semelhantes se tornem mais frequentes na região serrana de Macaé. O evento foi percebido como uma ação inicial que abriu novas possibilidades para o ensino de ciências na região e fortaleceu os laços entre a UFRJ e as escolas locais.

Figura 1: A) Imagem de satélite com os contornos da delimitação da Bacia Hidrográfica do Rio Sana; B) Modelo digital de elevação 3D da BH do Sana representado no Software Blender; C) Protótipo testado por alunos do fundamental; D) Versão final testada na Feira de ciências do Colégio Municipal do Sana.



Relato pessoal dos integrantes do projeto:

Giovanna é graduanda em Ciências Biológicas na Universidade Federal do Rio de Janeiro e atua em diferentes projetos de extensão universitárias.

Ela tem desempenhado um papel integral no projeto de extensão desde sua fase inicial, contribuindo ativamente para a concepção e participando diretamente na criação da maquete 3D da bacia hidrográfica. Esta destaca que sua participação no projeto Ciência em Sana representa um período marcante de aprendizado e crescimento profissional. Para ela, foi uma oportunidade significativa de sair de sua zona de conforto e explorar habilidades diversas, constituindo um momento de expansão de conhecimento. Essa experiência não se limitou a uma troca unidirecional de informações, mas proporcionou um ambiente enriquecedor de aprendizado mútuo. Ao vivenciar o Ciência em Sana, a graduanda percebeu a importância de olhar para além de sua própria perspectiva, reconhecendo o valor da diversidade de conhecimentos presentes no nosso território. Essa abertura para o outro e a reflexão sobre como ambas as partes podem contribuir e promover o crescimento mútuo, tornaram-se elementos fundamentais em sua jornada, assim como, a experiência proporcionou-lhe insights valiosos sobre as atividades do projeto.

Ela relata esses insights em que durante as atividades com a BH 3D, muitos reconheceram o material utilizado, estabelecendo uma conexão entre a abordagem do projeto e as informações que já consumiam na internet. Essa percepção não apenas fortaleceu o engajamento do público, mas também evidenciou a eficácia da técnica como ferramenta educativa.

Durante a interação com os alunos, Giovanna notou que alguns deles enfrentavam dificuldades em diferenciar rios de mares, chegando a acreditar equivocadamente que a água consumida era proveniente da água do mar. Essa confusão ressalta uma lacuna de aprendizagem identificada e destaca a necessidade de abordagens educacionais mais específicas.

Outro desafio identificado por Giovanna foi a associação incorreta da vegetação local. Ao questionar sobre a flora presente na bacia hidrográfica em que viviam, muitos alunos atribuíram erroneamente características da Floresta Amazônica à Mata Atlântica, apontando para mais uma lacuna de conhecimento.

Esses insights enfatizam a importância de continuarmos aprimorando nossas atividades. Acredita-se que a maquete 3D não apenas cativou a atenção do público-alvo, mas também ofereceu uma plataforma eficaz para abordar lacunas específicas de conhecimento, promovendo uma aprendizagem mais contextualizada e significativa para os participantes.

Para Danyella,

graduanda em Ciências Biológicas da Universidade Federal do Rio de Janeiro e técnica ambiental pelo Instituto Federal Fluminense, o estudo e a relação com as BH's havia sido estabelecido, até então, de maneira profundamente teórica, uma vez que essa atuou em projetos de iniciação científica que tinham como objetivos identificar as composições físico-químicas da água, além dos poluentes presentes nos corpos hídricos e a interferência destes na fauna local. Desse modo, não apenas a relação com a temática se deu de maneira teórica, como também o dialeto utilizado para comunicar sobre os aspectos das bacias, foram sendo elaborados ao longo dos anos para dialogar com um público específico, os acadêmicos. Ao se deparar com a realidade fora da universidade, onde as palavras técnicas perdiam o significado diante dos olhos atentos das crianças, se destacou a necessidade de se comunicar com o público externo, sem buscar o auxílio de palavras complexas e técnicas. Assim, foi identificado o primeiro desafio imposto pela extensão: tornar-se compreensível para todos os públicos. Essa expe-

riência tem desafiado a aluna a entender a importância da comunicação clara e acessível no processo de divulgação científica. Além desses desafios em nível pessoal, o projeto aproxima a graduanda da área de pesquisa na qual a mesma tem interesse, além de possibilitar a todos os integrantes do projeto o desenvolvimento de um olhar analítico para com os temas trabalhados e a forma na qual foram e serão desenvolvidos, como também aguçar nossa criatividade no processo de produção dos materiais didáticos. E aos alunos da licenciatura, o projeto possibilita um embasamento teórico para a criação das atividades desenvolvidas no âmbito pedagógico.

No decorrer das ações realizadas, foi perceptível que existem diferenças entre os alunos moradores da região serrana e os alunos que residiam no centro ou nas periferias de Macaé. Por morarem em uma localidade que possui maior proximidade como os córregos e riachos, muitos alunos tinham conhecimento prévio, ainda que superficial, sobre córregos e BH's, ao passo que os alunos externos à região serrana não tinham conhecimento sobre tais nomenclaturas. Apesar desse conhecimento, foi perceptível que ainda existem lacunas no desenvolvimento crítico dos alunos a respeito da área em que residem, sobre a vegetação local e sobre a utilização da APA, evidenciando assim a necessidade de continuarmos trabalhando os temas já abordados e incluirmos outros de aspecto ambientais, à medida que as necessidades forem surgindo. Tal interação permitiu identificar se os educandos conseguiam acompanhar o ritmo das explicações e palavras trabalhadas, sendo esse um feedback imprescindível para alguém que trabalha com o público.

METODOLOGIA

Área de estudo

O presente trabalho foi desenvolvido no Distrito do Sana, região de sub-bacia do Rio Macaé (Macaé, RJ), onde o Colégio Municipal do Sana foi escolhido como sede para o desenvolvimento das ações de educação ambiental.

Seleção dos atores

O Projeto e a Bacia 3D foram elaborados com base na linha pedagógica da Pedagogia Dialógica, Geografia Educacional de bacias hidrográficas e Estrutura de Pirâmide (do básico ao interdisciplinar). Seguindo esse pensamento, a construção das atividades, inicialmente, teve como público-alvo as turmas de sexto ano do fundamental. Essa primeira seleção ocorreu com base no currículo nacional, visto que nesses anos escolares são abordados temas como bacia hidrográfica, ciclo hidrológico e relevos, sendo estes os temas norteadores do projeto. À medida que os encontros foram realizados, a equipe optou por expandir a faixa etária proposta inicialmente, trabalhando assim como alunos do 2º ao 9º do ensino fundamental e com o ensino médio. Para que as ações propostas pudessem dialogar com todas as faixas etárias, a linguagem utilizada passou por diferentes adaptações, a fim de que pudessemos nos comunicar com todos os ouvintes presentes nos dias das ações.

Confecção do material

Visando abordagens inovadoras, para tornar o conceito de BH acessível e palpável, desenvolvemos uma representação tridimensional (3D). Para a confecção da maquete em 3D, a metodologia adotada consistiu na geração de um modelo digital de elevação a partir de imagens de satélite da missão ALUS-PAUSAR, com uma resolução de 12 metros e meio. Posteriormente, utilizando o software QGIS, procedeu-se ao recorte da área de interesse, delimitando a bacia hidrográfica do Rio Sana. Em seguida, a partir deste raster de modelo digital de elevação, foi exportado um arquivo .stl utilizando o plugin "DEMto3D" do QGIS, gerando assim, o arquivo final compatível com a impressora 3D.

Após a elaboração do modelo final de elevação, o arquivo.stl foi enviado para o laboratório Inovareaprender. Após o envio, algumas edições foram realizadas no modelo digital, promovendo a compatibilidade do arquivo com a impressora 3D. Para isso, o arquivo.stl foi modificado no software blender 3.5.4, sendo esta uma ferramenta de modelagem e renderização para conteúdos 3D. Em seguida, o arquivo foi enviado para o software fatiador cura. O produto final gerado, a partir destas modificações, foi o arquivo gcode. A impressão deste arquivo gcode foi realizada na impressora Creality Ender-3 V2. O modelo gerado, posteriormente, foi exportado para a máquina, produzindo quatro placas de PLA (Ácido polilático), material biodegradável, cada uma contendo detalhes do relevo da região, conforme representados no modelo digital. Assim, após a impressão, obtivemos as quatro placas de PLA, com dimensões de 40 x 20 x 5, as quais, quando unidas, formam a representação tridimensional da bacia hidrográfica do Rio Sana e seu ponto de encontro com o Rio Macaé.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Desta forma, a interiorização da UFRJ, aliada a dados científicos e práticas educacionais inovadoras, culmina não apenas no fortalecimento dos laços entre a universidade e a comunidade local, mas também na criação de projetos e materiais didáticos que promovem o entendimento, a conscientização e a transformação positiva. Assim como, a participação no projeto, engajamento no desenvolvimento das atividades e materiais resultaram de forma positiva, contribuindo significativamente para a formação acadêmica das graduandas. Além de oferecer um ambiente de aprendizado prático, essa iniciativa permitiu que as alunas explorassem novas perspectivas e abordagens no campo de estudo, promovendo a criatividade e a inovação. Ao enfrentarem desafios reais e trabalharem em equipe, as alunas desenvolveram habilidades interpessoais e de resolução de problemas, fundamentais para suas futuras carreiras. Esta imersão na prática educativa não apenas complementa seu aprendizado teórico, mas também as prepara de forma mais completa e eficaz como futuras biólogas e educadoras.

Portanto, o “Ciência em Sana” tem se afirmado um exemplo de como a sinergia entre academia, comunidade e educação pode desencadear iniciativas poderosas, estimulando a formação de cidadãos sensibilizados e engajados na construção de um futuro sustentável.

Referências Bibliográficas

BARBOSA, L. M. Considerações gerais e modelos de recuperação de formações ciliares. In: Rodrigues, R. R.; Leitão Filho, H. F. (eds.). Matas Ciliares: Conservação e Recuperação. São Paulo, **EDUSP**: FAPESP, 2000. p. 289-312.

COZZOLINO L. F. F. **Unidades de Conservação e os Processos de Governança Local: o caso da APA do Sana (Macaé, RJ)**. 2005. 156 p. Dissertação de Mestrado. Programa EICOS. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2005.

DEWEY, John. **Democracia e Educação**. Tradução de Anísio Teixeira. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1959.

DIAS, Daniel Pinto. **Gestão do turismo em áreas protegidas: desafios de se pensar coletivamente o turismo na APA do Sana, Macaé, RJ, Brasil**. 2017. 110 f Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnólogo em Gestão de Turismo) - Centro Federal de Educação Tecnologia Celso Suckow da Fonseca - Campus Nova Friburgo, 2017.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 79 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1974, 256 p.

MACAÉ. Secretaria Municipal de Ambiente. **Lei Municipal nº 2.172, de 30 de novembro de 2001**. Cria a Área de Proteção Ambiental - APA do Sana. Disponível em: <<http://www.macaе.rj.gov.br/midia/conteudo/arquivos/1355233081.pdf>> Acesso em 31/03/2024

MAGALHÃES, S. F. C. DE *et al.* Influence of land cover, catchment morphometry and rainfall on water quality and material transport of headwaters and low-order streams of a tropical mountainous watershed. **Catena**, v. 213, n. March 2021, 2022.

MENDONÇA, S. G. L.; SILVA, P.S. Extensão Universitária: Uma nova relação com a administração pública. **Extensão Universitária: ação comunitária em universidades brasileiras**. São Paulo, v. 3, p. 29-44, 2002.

NERICI, Imideo G. Introdução à Didática Geral. São Paulo: Fundo de Cultura, 1971.

PEREIRA. Maria Suely. A importância da boa formação do professor IN: **Revista Eletrônica de Ciências da Educação**, Campo Largo, v. 6, n. 1, jun 2007.

PMM - PREFEITURA MUNICIPAL DE MACAÉ (PMM). Secretaria Municipal de Ambiente. **Plano de Manejo da APA do Sana - fase 1**. Macaé, ONG Viva Rio, Rio de Janeiro, 2003. Disponível em: <[plano de manejo Sana \(macaе.rj.gov.br\)](http://plano.de.manejo.sana(macaе.rj.gov.br))>. Acesso em: 28 mar. 2024.

RIVERA, Rafael. “**NUPEM NO SANA**”: Estudantes da Prática de Ensino Promovem Atividades sobre Ciências em Colégio da Região Serrana de Macaé. 2022. Disponível em: <<https://nupem.ufrj.br/nupem-no-sana-estudantes-da-pratica-de-ensino-promovem-atividades-sobre-ciencias-em-colegio-da-regiao-serrana-de-macaе/>> Acesso em: 01/04/2024.

SOUSA, Ana Luiza Lima. **A história da extensão universitária**. 1. ed. Campinas: Alínea, 2000. 138 p

CONDIÇÕES DO SANEAMENTO AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CANAL DO CUNHA NO COMPLEXO DO LINS NA CIDADE DO RIO DE JANEIRO

Adriana Sotero-Martins¹; Rejany Ferreira dos Santos²; Natasha Berendonk Handam³; Maria José Salles⁴; Thaiane Soares Montandon⁵; Natália Martins Libório⁶

¹Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca (ENSP), Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ), e-mail: adriana.sotero@fiocruz.br;

²Cooperação Social da Presidência, Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ), e-mail: rejany.santos@fiocruz.br;

³Pós-doutorado pelo Programa de Saúde Pública e Meio Ambiente, ENSP/FIOCRUZ, e-mail: natashabhandam@gmail.com;

⁴Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca (ENSP), Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ), e-mail: salles.zeze@gmail.com;

⁵Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública e Meio Ambiente, ENSP/FIOCRUZ, e-mail: thaianesmontandon@gmail.com;

⁶Graduanda em Química pela UFF, e PIBIC - CNPq/ENSP, FIOCRUZ, e-mail: natalialiborio@id.uff.br

RESUMO

A microbacia do Complexo do Lins, localizada na bacia hidrográfica do Canal do Cunha tributário da Bacia Hidrográfica da Baía de Guanabara na cidade do Rio de Janeiro é formado por 10 favelas, esse território socioambientalmente vulnerabilizado, possui muitas nascentes, pois ainda preserva fragmentos de Mata Atlântica Mata, localizado na Área de Proteção Ambiental da Serra dos Pretos Forros. Com a contribuição da ONG Voz do Lins foi possível a realização da primeira etapa da pesquisa-ação nas comunidades, sobre questões do saneamento ambiental na região, foram entrevistados 345 moradores das comunidades do Complexo do Lins, RJ, através do questionário estruturado, com questões socioeconômicas, sobre o acesso a água potável, esgotamento sanitário, resíduos sólidos, saúde, cobertura vegetal e as mudanças que ocorreram após a concessão de parte do saneamento água e esgoto na cidade do Rio de Janeiro. A pesquisa apresentou um grande déficit no saneamento ambiental do território, pois 36% das pessoas entrevistadas responderam que não recebem água todos os dias em suas residências, 80% das pessoas realizam algum tipo de tratamento para consumir a água que chegam em suas casas, 82% disseram que perceberam gosto, odor e cor na água que recebem, 50% dos respondentes relataram que próximo às suas residências corre vale de esgoto, 42% ficam sem coleta de resíduos sólidos por muito tempo e 80% percebem que devido a coleta inadequada do lixo contribui para a presença de vetores de doenças. Entende-se que as condições do saneamento ambiental do Complexo do Lins, RJ é inadequado o que favorece a contaminação dos seus rios, impactando na qualidade da água da bacia hidrográfica do canal do Cunha contribuindo para a poluição da baía de Guanabara que é o local de desague dessa bacia.

Palavras-chave: água, esgoto, lixo, favelas, saúde.

INTRODUÇÃO

A condição socioeconômica da população, não deve ser um impedimento para que a parcela mais vulnerabilizada da sociedade não tenham acesso ao saneamento básico, como água potável e esgotamento sanitário. O saneamento é essencial para a saúde coletiva, pois reduz o número de óbitos (principalmente entre os idosos e crianças) e de doenças. Mortes que poderiam ser evitadas com saneamento básico adequado (NEVES-SILVA e HELLER, 2018; SOTERO-MARTINS, SILVA e SALLES, 2020; HANDAM, 2016;). Todavia os territórios socioambientalmente vulnerabilizados (favelas e periferias) as condições do saneamento são ainda mais precarizados, como é o caso do Complexo do Lins, na cidade do Rio de Janeiro (HANDAM *et al.*, 2020). O Complexo do Lins está localizado na região do Grande Meir, na serra dos Pretos Forros na zona norte da cidade do Rio de Janeiro, situado na bacia hidrográfica do canal do Cunha, faz parte da bacia da bacia hidrográfica da Baía de Guanabara. A bacia hidrográfica

do Canal Cunha drena as águas das suas nascentes que percorrem regiões com grandes adensamentos populacionais, recebendo o lançamento de esgoto industrial e residencial diretamente em seus corpos hídricos e resíduos sólidos. O objetivo do trabalho foi conhecer as condições do saneamento ambiental das comunidades do Complexo do Lins, região integrante da Bacia Hidrográfica do canal do Cunha

METODOLOGIA

A pesquisa-ação foi realizada em uma atuação baseada entre a academia e a comunidade, identificando e interpretando os efeitos sanitários, socioeconômicos dentro do território.

Para identificar as condições de saneamento ambiental foram aplicados questionários estruturados aos moradores do território. O questionário estruturado foi composto por questões sobre dados socioeconômicos, saneamento ambiental, água, esgoto, lixo, vegetação, tecnologia social e saúde. O projeto possui parceria com a ONG Voz do Lins, e uma equipe de moradores do local realizaram as entrevistas, e deram suporte para a realização da pesquisa no território. As entrevistas foram realizadas entre dezembro de 2023 a março de 2024, em 345 domicílios, sendo o tamanho amostral representativo de 10% do Complexo do Lins (total de 345 domicílios), baseado no Censo Domiciliar do IBGE de 2010. A abordagem e convite aos moradores para participação na pesquisa foi de forma presencial e online, por meio de formulário (no Formato Google Formulários), e conteve primeiramente um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), para esclarecimento sobre a participação na pesquisa. Após assinatura do TCLE, o morador foi então cadastrado na pesquisa. Os critérios de inclusão dos participantes da pesquisa foram: ser adulto maior de 18 anos; residir nas comunidades do Complexo do Lins, RJ; Moradores que assinaram Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. E os critérios de exclusão foram: Moradores que não quiserem participar da pesquisa; não assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido; pessoas menores de 18 anos; e pessoas que não forem moradores do Complexo do Lins. Os dados obtidos dos questionários foram baixados google formulários em planilhas Excel, e foram avaliados, sendo feito um levantamento das frequências em percentuais das respostas de cada pergunta realizada.

Para a aplicação dos questionários estruturados, a pesquisa foi aprovada em 17 de agosto de 2023 pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca - Ensp/ Fiocruz, sob o nº CAAE: 69990123.1.0000.5240.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

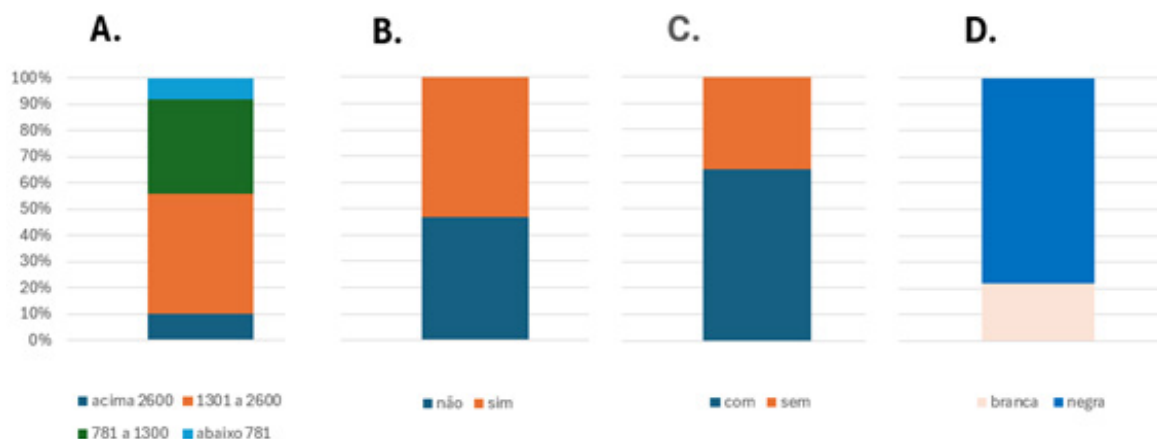
Na primeira etapa da pesquisa-ação, de reconhecimento, foi elaborado como instrumento um questionário estruturado, com questões para levantamento das condições do saneamento ambiental de favelas do Complexo do Lins, a participação dos moradores e bolsistas do projeto do território foi fundamental para esta etapa da pesquisa-ação.

O primeiro resultado de pesquisa-ação no projeto foi a construção de um questionário estruturado composto por blocos de questões validadas e elaboradas de acordo com a realidade do território, sendo um total de 92 questões: A. Dados de Identificação do Sujeito e dados Socioeconômicos (18/92; 20%); B. Saneamento Ambiental, B1. Água (25/92; 27%), B2. Esgoto (10/92; 11%), B3. Lixo (6/92; 7%); C – Saúde Ambiental (10/92; 11%); D. Mata (5/92; 5%); E - Dados sobre serviço após concessão dos serviços de saneamento (5/92; 5%); F- Equipamentos instalados (7/92; 8%); G - Espaços de lazer e aparatos públicos (6/92; 7%).

As respostas dos moradores ao questionário estruturado mostraram que dos 345 entrevistados 46% possuem renda familiar mensal de R\$ 1.301,00 a R\$ 2.600,00, em seguida R\$ 781 a R\$ 1.300 (36%). No entanto 29 pessoas/famílias falaram que recebem até R\$ 780,00 (8%), o que é abaixo de 1 salário-

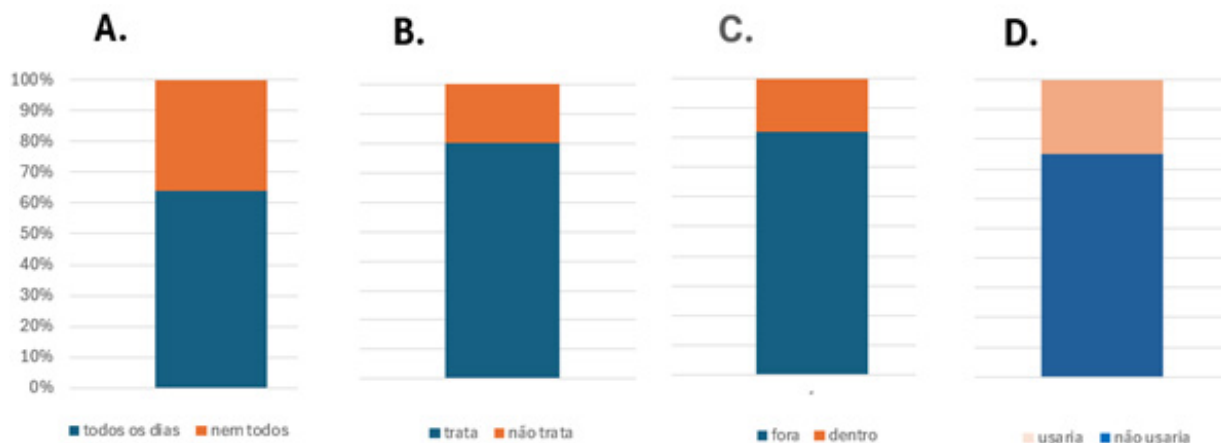
rio-mínimo, e se encontram em situação mais vulnerabilizada (Figura 1-A). Quando foi perguntado sobre se a pessoa ou alguém da família que mora na residência tem inscrição em programas de transferência de renda, (53%) 182 pessoas responderam que não (Figura 1-B). Em relação à pergunta sobre se a pessoa trabalhava 35% (223/345) não trabalham ou nunca trabalharam (Figura 1-C). 78% dos entrevistados possuem a cor de pele preta ou parda, o que mostra a realidade socioeconômica dessa parcela da população (Figura 1-D).

Figura 1 – Percentual em relação aos aspectos socioeconômicos da população do estudo. A. Faixa de Renda; B. Programa de Transferência de Renda; C. Emprego; D. Raça/Cor



Quanto ao bloco de perguntas sobre abastecimento de água, 64% das pessoas que responderam ao questionário disseram que recebem água todos os dias em suas residências (Figura 2-A). 80% das pessoas falaram que fazem algum tipo de tratamento de água para beber na casa utilizam um filtro, fervem, cloram a água, e/ou compram água envasada, o que demonstra que a população não confia na água que recebe em sua residência (Figura 2-B). Quando foram perguntadas sobre se tiveram a percepção de sentir gosto, cor e odor na água que recebe em sua residência, 82% (286/345) responderam que sim, tiveram estas percepções (Figura 2-C). 75% dos respondentes utilizariam tecnologia social que trata água de nascente, e por motivos de falta de água (Figura 2-D).

Figura 2 – Percentual de respostas em relação ao abastecimento de água. A. Periodicidade do recebimento; B. Trata para consumir; C. Fora do Padrão; D. Uso da tecnologia social.



De acordo com a Lei de Potabilidade gosto, cor e odor são parâmetros que demonstram o padrão organoléptico de potabilidade (BRASIL, 2021), importantes para avaliação, pois são alguns poucos parâmetros que os moradores podem verificar sobre a qualidade sanitária da água.

Diante destas condições sobre abastecimento de água em favelas no Complexo do Lins os resultados não estão diferentes dos que foram verificados por Sotero-Martins *et al.* (2024), em favelas do Complexo do Alemão, RJ, sendo evidenciadas condições precárias de abastecimento e qualidade sanitária da água.

Em relação às perguntas sobre o esgotamento sanitário da região, 50% (173/345) dos respondentes relataram que próximo às suas casas corre vala de esgoto (Figura 3-A), destas 42% das pessoas dizem o cheiro exalado que chega as suas residências às incomodam (Figura 3-B). 36% (124/345) responderam que não possuem coleta de esgoto em suas casas, e que vai direto para o rio (Figura 3-C), para o sistema de drenagem de água de chuva, ou para o quintal/barranco, ou não sabem dizer para onde vai o esgoto de suas casas, e 37% consideram que o esgoto pode contaminar a água de nascentes de rios (Figura 3-D). Foi observado na região, que corrobora com as respostas dos moradores, que os esgotos domésticos são lançados in natura nos cursos d'água que passam no entorno do Território, e que acabam indo para os sistemas de drenagem e se misturam com a água de chuva (Figura 4).

Muitas pessoas falaram que gostaria que o seu esgoto fosse coletado pela concessionária, ao todo 80% (277/345) (Figura 7-C). Quando foi perguntado se tiveram alguma doença relacionada ao saneamento ambiental inadequado (DRSAI), 50% (172/345) comentaram que sim (Figura 7-D), destes a maior parte (54%) responderam que tiveram a doença dengue, depois a resposta mais frequente foi o agravo diarreia (39%) (Figura 7-E).

Figura 3 – Percentual de respostas em relação ao esgotamento sanitário. A. Vala próxima; B. Cheiro esgoto incomoda; C. Destino para os rios; D. Esgoto contamina rios.

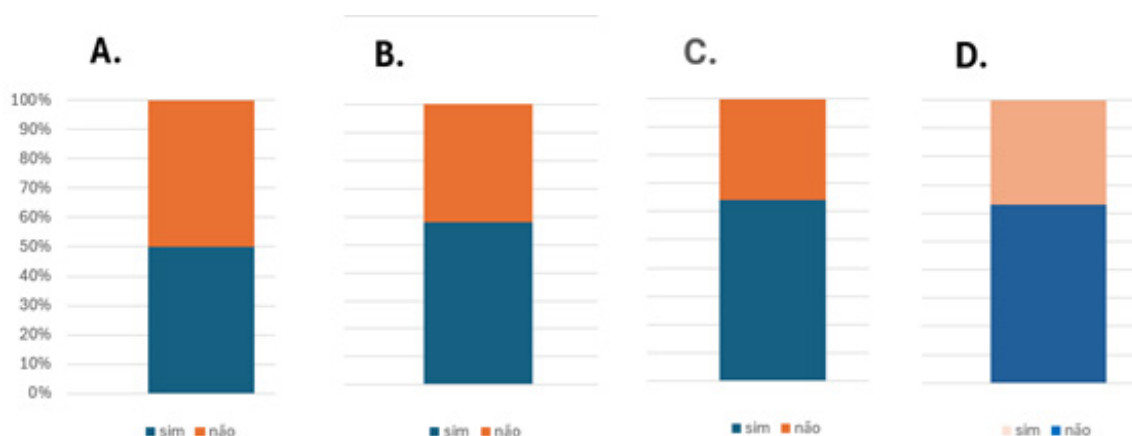


Figura 4 – Mostra o curso d’água onde são lançados os esgotos domésticos in natura e resíduos sólidos também, que acabam se misturando com a água de chuva. Cerca de 50% das pessoas que participaram da pesquisa convivem com valas de esgoto próximo às suas residências.



Fonte: autores.

Quanto aos resíduos sólidos, os moradores falaram que costumam ficar sem coleta de lixo por muito tempo (42%, 144/345), e as vezes (17%, 57/345) (Figura 5-A). Por conta do lixo no entorno 80% dos moradores percebem que existem vetores de doenças como moscas, mosquitos e baratas (Figura 5-B). 53% dos residentes falaram que próximo da sua residência os barrancos são usados como depósito de lixo (Figura 5-C). 96% disseram que costumam descartar o seu lixo em local que permite coleta pela companhia de limpeza (Figura 5-D). Contudo, como pode-se ver nas fotos abaixo (Figura 6) os resíduos algumas vezes são jogados em locais inadequados, devido a coleta irregular pelo poder público, a população fica sem coleta por muito tempo, como foi evidenciado nas frequências das respostas. Devido a essa irregularidade, os barrancos são frequentemente usados para descarte de lixo. Em favelas de Manguinhos, região que também faz parte da bacia hidrográfica do canal do Cunha, também foram verificados pontos com falta de coleta pela prefeitura, com resíduos espalhados pelas ruas (Handam, 2016).

Figura 5 – Percentual de respostas em relação aos resíduos sólidos. A. Coleta periódica; B. Propaga vetores de doenças; C. Depósito em barrancos; D. Coleta adequada.

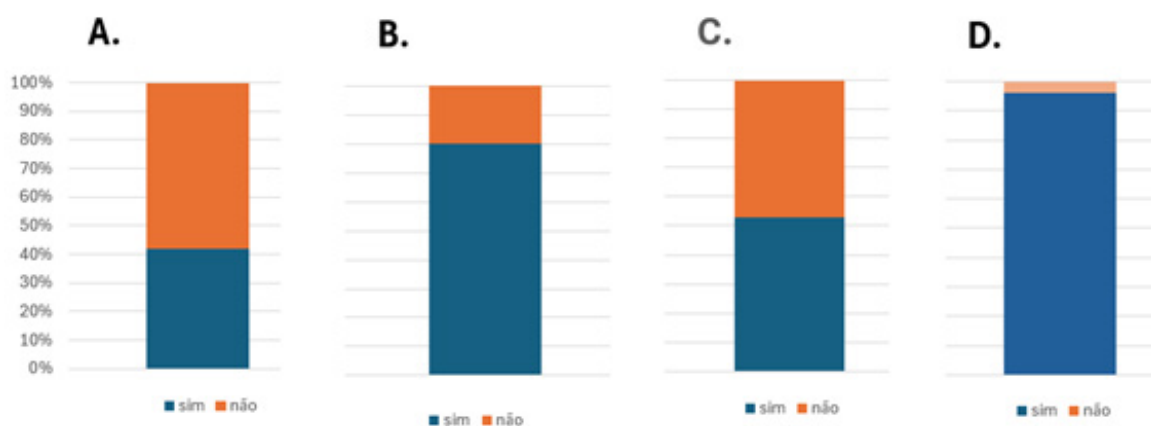


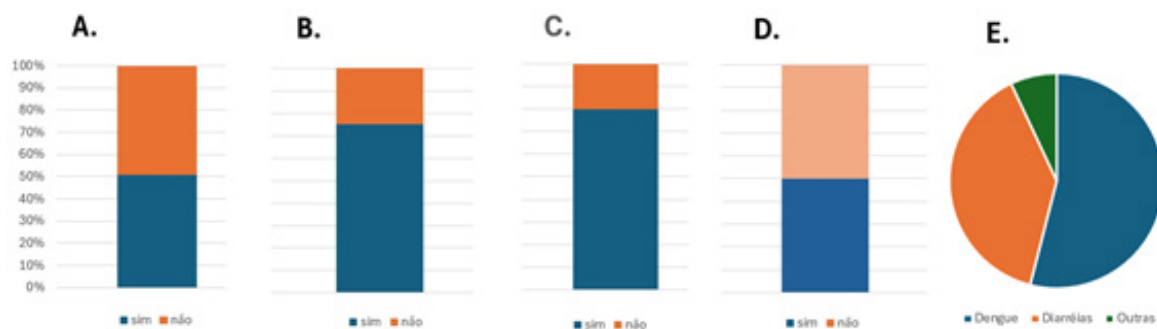
Figura 6 – Resíduos sólidos dispostos de forma inadequada no entorno, devido à coleta irregular, barrancos são frequentemente usados para descarte de lixo.



Fonte: autor.

A pesquisa também revelou que 51% dos respondentes tiveram falta de água em suas casas antes da concessão da Cedae, e quando perguntaram sobre a falta de água depois de novembro de 2021, período pós a concessão (Figura 7-A), 75% das pessoas falaram que tiveram falta de água no último ano, então demonstra que não melhorou os serviços de abastecimento de água (Figura 7-B), e que inclusive mais pessoas tiveram a percepção de piora na falta de água na região.

Figura 7 – Percentual de respostas serviços de abastecimento por empresas e doenças. A. Falta de água antes da concessão pela lei 14.026/2020; B. Falta de água após a concessão pela Lei 14.026/2020; C. Deseja coleta de esgoto por empresa; D. Teve DRSAl; E. Tipos de DRSAl.



As condições precárias de saneamento também observadas no Complexo do Lins podem estar contribuindo para a contaminação/poluição dos corpos hídricos da Bacia Hidrográfica do Canal do Cunha, assim como foi verificado nas favelas de Manguinhos (Handam *et al.*, 2020; Handam *et al.*, 2018) e no Complexo do Alemão (Sotero-Martins *et al.*, 2024). A qualidade sanitária imprópria da água dos rios foi verificada e possui influência direta de lançamento de esgoto sem tratamento direto nos rios, e também de resíduos sólidos, o que contribui para o aumento da contaminação da Baía de Guanabara, que é a foz direta dessas águas.

Para ajudar na resolução dos problemas de saneamento em áreas de favelas, podem ser adotadas formas alternativas de se implementar saneamento, que pode ser tecnologias sociais, pois são uni-

dades menores de ser proporcionar saneamento (Sotero-Martins *et al.*, 2024; Ferreira *et al.*, 2021; Zucoloto; Pereira, 2017).

CONCLUSÃO

A pesquisa demonstrou os problemas de saneamento na região, como falta de água e esgoto a céu aberto nas ruas. Os moradores perceberam gosto, cor e odor (82%) na água e não recebem água todos os dias em suas residências (36%). Realizam formas de tratar a água em casa para beber como filtração e cloração, além de precisarem comprar água envasada quando tem falta de água ou quando a qualidade da água não está aparentemente boa de acordo com a percepção dos moradores.

Os resíduos sólidos são dispostos em locais inadequados, devido a coleta irregular pelo poder público, a população fica sem coleta por muito tempo, e os barrancos e cursos de água que perpassam pela região são frequentemente usados para descarte de lixo, assim como de esgotos domésticos. Grande parte, 36% dos moradores responderam que não possuem coleta de esgoto em suas casas, e o esgoto vai direto para o rio, e/ou vai para o sistema de drenagem de água de chuva, ou vão para as ruas como barrancos e quintal de casas.

Os esgotos e resíduos que são lançados in natura nos cursos d'água e que se misturam no sistema de drenagem que passam no entorno do Território, contribui para a contaminação dos rios, impactando a qualidade das águas da bacia hidrográfica do canal do Cunha, o que contribui para o aumento da contaminação da Baía de Guanabara, que é a foz direta dessas águas.

Agradecimentos

Aos coordenadores locais do território, Rafael Sousa da Voz do Lins e Cristiane, e aos demais que também são bolsistas moradores do Complexo do Lins, que realizaram as entrevistas e estão dando todo o apoio para que a pesquisa seja realizada na região.

Referências Bibliográficas

BRASIL. Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5/GM/MS, 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. 2021.

DA SILVA DE FREITAS, A., DE OLIVEIRA SANTOS, A. D., SANTOS, R. F. D., NASCIMENTO, M. T. L. D., DA FONSECA, E. M., DA CRUZ FÉLIX, L., ... & NETO, J. A. B. (2023). Chemical and biological indicators of environmental pollution in the Canal do Cunha (Guanabara Bay, Rio de Janeiro, Brazil): Analysis and determination of toxins. **Journal of Coastal Research**, v. 39, n. 6, p. 1146-1157

DE OLIVEIRA, N. D. A., & DA SILVA, T. N. (2012). Inovação social e tecnologias sociais sustentáveis em relacionamentos intercooperativos: um estudo exploratório no Creditag-RO. **Revista de Administração da Universidade Federal de Santa Maria**, v. 5, n. 2, p. 277-295.

FERREIRA, L.; SILVA, K. F.; CAMARGO, B. E. M. Uso de Tecnologias Sociais para Tratamento de Efluentes Domiciliares em Propriedade Rural da Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Feijão (Ugrhi Tietê-Jacaré - Sp). **Eng Urb em Debate**, v. 2, n. 1, 2021.

HANDAM, N. B. *et al.* Drinking water quality in Brazilian urban slums. **Revista Ambiente & Água**, v. 15, 162 n. 3, 2020.

HANDAM, N. B. *et al.* Sanitary quality of the rivers in the Communities of Manguinhos' Territory, Rio de Janeiro, RJ. **Revista Ambiente & Água**, v. 13, n. 1, 2018.

HANDAM, N. B. **Condições sanitárias da água residencial, do solo peridomiciliar e dos rios das comunidades do território de Manguinhos, RJ**. 2016, 140f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública e Meio Ambiente) - Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2016.

IMBROISI, E. G.; SANTOS, R. F.; MARTINS, A. S. Governança Democrática territorial em sub-bacias urbanas: Reflexões a partir da experiência da coordenadoria de cooperação social da Fiocruz na sub-bacia hidrográfica do Canal do Cunha. In: s. André Luiz da Silva Lima; Alex Luiz Barros Vargas; Leonardo Brasil Bueno. (Org.). *Cooperação social, territórios urbanos e saúde: diálogos e reflexões*. 1ºed. São Paulo: PIMENTA CULTURAL, 2021, v., p. 191-219.

MARTINS, ADRIANA SOTERO, BIANCA DIEILE DA SILVA, E MARIA JOSÉ SALLES. **Saneamento Não Admite Excluídos**. 2020.

MARTINS, A. S.; CARVAJAL, E.; SALLES, M. J.; HANDAM, N. B.; SANTOS JUNIOR, N.; ALMEIDA, T. C.; MOURA, P. G.; MARTIN, L. E.; **SANTOS, R. F.**; OLIVEIRA, M. L. A. Incidência da covid-19 na cidade do Rio de Janeiro e a relação da vulnerabilidade do acesso ao saneamento nas áreas de favelas. In: Maria Elanny Damasceno Silva. (Org.). **Interfaces entre Desenvolvimento, Meio Ambiente e Sustentabilidade**. 1ºed. Ponta Grossa: Atena Editora, 2021, p. 53-62.

SOTERO-MARTINS, A. *et al.* Vulnerability caused by the lack of sanitation in slums of the Rio de Janeiro, Brazil. **International Journal of Hydrology**, v. 8, n. 1, p. 21–25, 13 fev. 2024.

ZUCOLOTO, G. F.; PEREIRA, L. S. Tecnologias sociais e economia solidária: projetos certificados pela Fundação Banco do Brasil. **Mercado de trabalho**, v. 63, 2017.

DAS RAÍZES DA SOCIEDADE CIVIL E A PARTICIPAÇÃO SOCIAL NO SUBCOMITÊ DA LAGOA DE SAQUAREMA EM DEFESA DO MEIO AMBIENTE

Gina Alejandra Huerfano Aguilar¹ e Vinicius Carvalho da Silva Mendes¹

¹ Associação Raízes e Subcomitê das Lagoas de Saquarema CBHLSJ. alejandra@neabc.org.br; vinicius.csmendes@gmail.com

RESUMO

Preconizado no artigo 225 da CF de 1988, a sociedade civil organizada de Saquarema-RJ colabora na gestão de políticas públicas e saneamento básico por ser conhecedor do território. Estudo de amostra exitosa da parceria colaborativa com os poderes públicos municipal e estadual desde a tomada de decisões em visitas técnicas e deliberação de ofícios da casa legislativa estadual para os atores ambientais do município, desde seus gestores, concessionária de água e órgão licenciador municipal e estadual. Este *case* de sucesso nasce na pandemia do Covid-19 com os membros da sociedade civil que compõem o conselho gestor CBHLSJ em conjunto com a presidência e coordenação CDMA-ALERJ nos anos de 2021 ao presente momento.

Palavras-chaves: sociedade civil; políticas públicas; saneamento básico; conselho gestor.

INTRODUÇÃO

A Constituição Federal brasileira traz no seu artigo 225 o direito de todos ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo. Dentre desse novo contexto de descentralização do poder do Estado com a Constituição de 1988, surgiram os órgãos colegiados, conselhos, deliberativos ou/e permanentes que permitem a formulação e fiscalização das políticas públicas que concretizam a possibilidade que a população e a sociedade civil organizada possam participar da gestão a partir do diálogo, o acompanhamento e a fiscalização.

O presente trabalho propõe-se mostrar a experiência exitosa de lideranças de Saquarema que fazem parte do projeto Núcleo de Educação Ambiental da Bacia de Campos (NEA-BC) medida de mitigação da Política Pública de Licenciamento Ambiental. Da sua participação e construção do Conselho Gestor no espaço de representação do Subcomitê da Lagoa de Saquarema do Comitê de Bacias Hidrográficas Lagos São João (CBHLSJ). Este estudo utilizou como metodologia a pesquisa-ação como forma de autorreflexão coletiva nos espaços de participação e controle social, apresentando a experiência de criação do Conselho Gestor do Subcomitê da Lagoa de Saquarema com três instituições da sociedade civil, os resultados do conselho desde sua criação no ano de 2021, sua articulação com outras instituições e a importância da prática da coletividade e da participação social na gestão ambiental.

Como resultado desta experiência exitosa, apresenta-se as ações do Conselho Gestor, as visitas técnicas a locais com problemáticas socioambientais nos três distritos do Saquarema, a articulação com diversos atores do poder público municipal e estadual, a fiscalização e controle social para a institucionalização dos serviços de saneamento básico e proteção ao meio ambiente. Divulgando a prática de participação cidadã como sinônimo de poder, pois representa a possibilidade do cidadão de se integrar o processo de decisão e intervenção de políticas públicas promovendo reformas sociais significativas na população.

Formação do Conselho Gestor do Subcomitê Saquarema CBHLSJ

Participantes do Projeto de Educação Ambiental NEA-BC entraram no ano de 2020 a fazer parte do Subcomitê da Lagoa de Saquarema como representantes da Sociedade Civil por meio da Associação Raízes que executa o projeto. O projeto NEA-BC faz parte dos Projetos de Educação Ambiental da Petrobras na Bacia de Campos em virtude das condicionantes do Licenciamento Ambiental pela Exploração e Produção de petróleo e gás natural, solicitadas pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis (IBAMA). Os projetos de Educação Ambiental condicionantes da política de licenciamento seguem orientações da Política de Meio Ambiente (BRASIL, 1981), da Política de Educação Ambiental (BRASIL, 1999) e da Nota Técnica CGPEG/DILIC/IBAMA nº 01/2010.

O Subcomitê de Saquarema faz parte do Comitê de Bacia Hidrográfica Lagos São João (CBHLSJ), órgão colegiado que se deu a partir da Constituição Federal Brasileira e com o sistema nacional de gestão de recursos hídricos (GOMES, 2015) e compostos pelas entidades do Poder Público, Usuários ou Sociedade Civil membros do comitê que tenham sede ou atuação comprovada nos municípios que compõem a sua respectiva sub-bacia. Sendo encarregados de deliberar e encaminhar à Plenária do CBHLSJ, assuntos de competência de suas Bacias Hidrográficas.

Durante a pandemia de COVID-19, os participantes do projeto NEA-BC não pararam suas atividades, iniciando uma articulação com as representantes de duas entidades do Subcomitê da Lagoa de Saquarema: a Associação de Mulheres Empreendedoras Acontecendo em Saquarema (AMEAS) e a Colônia Z-24, com o objetivo de organizar, articular e construir o plano de trabalho do subcomitê, realizando ações de controle social em prol do meio ambiente e dos sistemas lagunares do município. Após reuniões de estudo e trabalho, o Conselho Gestor foi instituído e oficializado na reunião do Subcomitê em junho de 2021 e na diretoria do CBHLSJ em julho de 2021. A partir deste momento o Conselho passou a se reunir constantemente durante os últimos três anos para desenvolver o plano de trabalho do Subcomitê (figura 1).

Figura 1 - Ações o Conselho Gestor (2021-2023).



A criação e oficialização do Conselho Gestor permitiu que representantes do órgão colegiado, interessados e proativos nas causas ambientais, trabalhassem juntos promovendo ações de acompanhamento e participação na gestão ambiental no município. Compreendendo que a formação dos comitês repre-

sentou um grande avanço político-institucional para a gestão das águas, respeitando a paridade de votos entre o Estado, os municípios e a sociedade civil (JACOBI, 2005). Portanto, para que a gestão ambiental consiga alcançar seu objetivo, é necessário que esta seja participativa, ou seja, que nela tenha espaço para fala e atuação dos diferentes grupos cujos modos de vida se relacionam com os recursos ambientais em questão.

O projeto NEA-BC e sua participação nos diferentes espaços colegiados segue a concepção educativa da ação e a reflexão, da teoria e prática, utilizando assim, espaços de participação social como ambientes de aprendizagem. Promovendo meios para que a comunidade afetada pelos impactos ambientais participe ativamente e de modo qualificado das políticas ambientais de cada município (REIS et al, 2019).

Atuação do Conselho Gestor nos espaços de participação social e de tomadas de decisão

O trabalho do Conselho Gestor durante os últimos três anos (2021-2023), foi além da organização e desenvolvimento do plano de trabalho do Subcomitê, pois a partir do trabalho em campo, foi observada a necessidade de tornar cada dia mais “acessível” os espaços colegiados. Levando a organizar e realizar atividades educativas abertas à comunidade e promovendo a participação da população em espaços como audiências públicas e visitas técnicas junto com o poder público (Tabela 1). Estes ambientes de ampla consulta à sociedade tem o objetivo obter informações, além de oferecer à população diretamente afetada a oportunidade de encaminhar suas solicitações e pleitos.

Tabela 1. Linha do tempo das ações externas realizadas pelo Conselho Gestor.

15/02/2022 – Grupo de Estudo Aberto Sistema Lagunar de Saquarema.
O grupo de estudo promovido entre o Conselho Gestor e a equipe técnica do projeto NEA-BC permitiu aos participantes analisarem e debateram as problemáticas do Sistema Lagunar do município, sendo elaborados questionamentos para participar da Audiência Pública na ALERJ.
16/02/2022 - Audiência Pública do Sistema Lagunar de Saquarema CDMA -ALERJ.
O Conselho Gestor junto às lideranças comunitárias levaram questionamentos sobre as problemáticas do sistema lagunar, as obras da Barra Franca e a falta de acompanhamento e fiscalização pelo poder público. Foram apresentadas propostas como o levantamento de um diagnóstico participativo e o fortalecimento do Conselho Municipal de Meio Ambiente (COMMADS), para garantir a participação da sociedade civil. Como resultado foi deliberada a Visita técnica às Estações de Tratamento de Esgoto e Barra Franca pela Comissão de Meio de Ambiente da Assembleia Legislativa do Estado do Rio de Janeiro (CDMA-ALERJ).
24/02/2022 – Visita Técnica às Estações de Tratamento de Esgoto e Lagoa de Saquarema
Nesta primeira visita técnica em Saquarema estiveram presentes representantes da CDMA-ALERJ, o Conselho Gestor, Instituto Estadual de Ambiente (INEA), Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Saquarema (SEMMA), Concessionária Águas de Juturnaíba (CAJ) e o Movimento SOS Barra Franca, trazendo conhecimentos das funcionalidades das ETE's e problemáticas do tratamento de esgoto e coleta em tempo seco. Como resultados foram enviados ofícios para a CAJ, SEMMA e Prefeitura de Saquarema.

09/03/2022 – Visita Técnica ao Canal Salgado e à lagoa de Jaconé.
Nesta segunda visita participaram a Associação dos pescadores de Jaconé, o Conselho Gestor, moradores, CDMA-ALERJ, SEMMA e INEA. Foi observada a obstrução hídrica por construções irregulares, falta de poda, assoreamento e descarte irregular de efluentes sanitários. Foram enviados ofícios ao INEA, Prefeitura de Saquarema e SEMMA para a melhora hídrica e fiscalização de descartes irregulares de esgoto no Canal Salgado.
29/04/2023 – Articulação com os organizadores a Conferência Livre Estadual de Meio Ambiente e Agricultura do Rio de Janeiro - (CLEMMARJ)
Articulação do Conselho Gestor com a organização da CLEMMARJ realizado em junho de 2023 no Teatro Oscar Niemeyer em Niterói, para promover a participação de lideranças ambientais de Saquarema no evento.
24/05/2022 – Visita Técnica a Corpos Hídricos, Lagoa de Jacarepiá em Vilatur - Parque Estadual da Costa do Sol (PECS).
A terceira visita teve a presença de representantes do PECS, CDMA-ALERJ, INEA, Superintendência Regional Lagos São João (SUPLAJ), SEMMA e Comando da Polícia Ambiental (CPAM). Foram observadas problemáticas do fragmento de Mata Atlântica do PECS, inconformidade nas condicionantes da Estrada Parque RJ-102, na Estrada dos Cajueiros, nas passagens aéreas e subterrânea para a fauna local e no cordão arenoso da Lagoa de Jacarepiá. Foram enviados diversos ofícios para as entidades responsáveis pela CDMA.
25/06/2022 – Participação na Conferência Livre Estadual de Meio Ambiente e Agricultura do Rio de Janeiro – CLEMMARJ.
150 Entidades da Sociedade Civil do Estado do RJ e Ambientalistas participaram do evento, sendo apresentadas 16 temáticas socioambientais, com reflexões e questionamentos sobre Políticas Públicas no Rio de Janeiro. Foi aprovada uma Carta Aberta ao Poder Público.
19/10/2023 – Visita Técnica ao Distrito de Sampaio Correia (Rio Roncador, Fazenda de Grama King Grass) e Aterro Controlado Municipal em Rio da Areia Bacaxá.
Quarta visita técnica com a participação cidadã para apuração de denúncias de problemáticas socioambientais junto da CDMA, INEA, CPAM e SEMMA conhecendo a situação atual da Área de Proteção Ambiental (APA) da Serra do Mato Grosso, das licenças ambientais da fazenda de grama e o cenário atual do aterro controlado municipal. Como resultado foram enviados ofícios para as entidades municipais e estaduais responsáveis.
12, 19 e 26/11/2022 – Oficina Gênero, Água e Saneamento em Bacias Hidrográficas na Comunidade do Charqueado.
Em parceria do Conselho Gestor do Subcomitê, o projeto Folia na Panela e o Conselho Estadual da Mulher (CEDIM) se realizou um trabalho introdutório com a Temática Gênero Água e Saneamento nas Bacias Hidrográficas. Também foi apresentado o protótipo do Biodigestor para a Comunidade (projeto do CBHLSJ).
20/12/2022- Seminário Gênero Água e Saneamento em Bacias Hidrográficas
Neste evento discutiu-se a gestão dos recursos hídricos no Brasil, principalmente no estado do Rio de Janeiro, às ações do Conselho Gestor do Subcomitê de Saquarema, a participação cidadã e o controle social. Foi debatido sobre a participação da mulher nas mudanças climáticas e a implementação do Biodigestor na Comunidade do Charqueado em Saquarema RJ.

19/01/2023 Roda de Conversa sobre a Obra de Barra Franca convocada pela Comissão de Meio Ambiente da ALERJ.
Representantes de diversos espaços de controle social estiveram presentes na roda de conversa, junto com a CDMA-ALERJ, a SEMMA, a empresa Águas de Juturnaíba (CAJ) e a Sociedade Civil de Saquarema. A roda de conversa trouxe novos conhecimentos sobre a situação da obra e do sistema lagunar do município, assim como as problemáticas da falta de saneamento básico.
27/03/2023 – Diálogo com a da Comissão de Meio Ambiente da ALERJ
O diálogo com os representantes da Comissão de Defesa do Meio Ambiente teve três temáticas principais tratadas: as problemáticas ambientais do sistema lagunar de Saquarema, Audiência Pública no município sobre o sistema lagunar e a construção do Projeto do Terminal Ponta Negra (Projeto de Lei 2590/2017- Tombamento dos Beachrocks de Jaconé- Darwin).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o aparecimento da COVID-19, as vulnerabilidades sociais cresceram e a população menos favorecida também. Assim, os participantes do Projeto NEA-BC e das outras intuições que fazem parte do Conselho Gestor (MAMAS e Colônia de Pescadores Z-24), encontraram em seu espírito de coletividade a forma de trabalhar as questões ambientais atravessadas por eles, para ser capazes de intervir nas suas realidades. De tal modo, cresceu a participação cidadã sobre a gestão ambiental, como modelo capaz de minimizar e reduzir desigualdades, fortalecendo segmentos sociais, preservando a vida e saúde dos cidadãos mais vulneráveis (LIMA; BUSS; PAES-SOUSA, 2020).

Como resultado das ações realizadas pelo Conselho Gestor do Subcomitê da Lagoa de Saquarema, pode-se observar a qualificação e intensidade da participação nos espaços colegiados, novos conhecimentos nas visitas técnicas aos locais de importância ecológica e com problemáticas ambientais no município, e finalmente, a articulação com entes públicos como a CDMA-ALERJ e CBHLSJ, que permitiram o envio de inúmeros ofícios solicitando resposta aos pleitos da população, que visam à melhoria da gestão ambiental e dos recursos hídricos em Saquarema. Estes diversos ofícios estão sendo acompanhados pelo Conselho Gestor e até o momento temos o seguinte *status* (Figuras 2 e 3):

Figura 2 - Ofícios encaminhados às entidades públicas e privadas após ações do Conselho Gestor.



Figura 3 - Respostas das entidades oficiadas após ações do Conselho Gestor.



Para finalizar, como participantes e equipe técnica do projeto NEA-BC compreendemos que os processos educativos são construídos com os sujeitos da ação, pois “todo processo educativo é antes de tudo um processo de intervenção na realidade vivida em que educador e educando, em uma prática dialógica, constroem o conhecimento sobre ela, objetivando a sua transformação” (QUINTAS, 2005, p. 10).

Nesse sentido, o Projeto NEA-BC tem construído processos de ensino-aprendizagem levando em consideração articulações com a sociedade civil, o trabalho coletivo e a participação cidadã. Exemplo exitoso disto é a existência e práticas do Conselho Gestor, onde se conglomeram ações municipais e regionais, onde encontram-se a população, os órgãos públicos e a sociedade civil, com o interesse de realizar mudanças baseadas nos dispositivos legais cabíveis, como mostra cada ofício emitido para realização de políticas públicas prioritárias de saneamento básico e gestão das Águas. De tal modo, “a ocupação de espaços de tomada de decisão e de controle social consiste em estratégias a serem adotadas para o fortalecimento de poder de decisão dessas comunidades, que devem estar organizadas e preparadas para a ação política” (REIS *et al.*, 2019, p. 21).

CONCLUSÃO

Conclui-se que o trabalho exitoso de participação cidadã inclusiva e inovadora do conselho gestor do Subcomitê Saquarema é contínuo pelas deliberações e ações propostas *in loco* nas tomadas de decisões já com alguns resultados alcançados junto aos atores gestores do município de Saquarema; desde o estudo técnico preliminar de batimetria da laguna de Saquarema realizado pela SEMMA, a audiência pública realizada no município pela CDMA-ALERJ onde os representantes das concessionárias de água e esgoto, assumiram publicamente o compromisso de mitigar os impactos ambientais causados por ineficácia do modelo atual de gestão do saneamento básico: Águas do Rio responsável pelo Terceiro Distrito, verbalizou a construção de uma ETE no bairro de Jaconé e Águas de Juturnaíba de realizar obras e aumentar a capacidade de tratamento de efluentes da ETE Bacaxá este já no projeto de orçamento da concessionária constando no Plano de Recursos Hídricos Lagos São João. Além do conselho gestor continuar em diálogo com o consórcio Lagos São João e Comitê de Bacia para a realização de obras de saneamento na localidade do Charqueado, na Basiléia – Sampaio Correa com

a instalação do biodigestor. Além da destinação para também no terceiro Distrito no Rio Roncador receber o FUMBOAS – Fundo de boas Práticas Socioambientais e o projeto Gênero, Água e Saneamento.

Referências Bibliográficas

BRASIL. Lei N 9.795/99, de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental. Brasília, DF: Presidência da República, 1999. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19795.htm. Acesso em 20 julho de 2023.

BRASIL. LEI Nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências, 1981. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/16938.htm. Acesso em 20 julho de 2023.

GOMES, Eduardo Granha Magalhães. Conselhos gestores de políticas públicas: aspectos teóricos sobre o potencial de controle social democrático e eficiente. cad EBAPE/BR, Rio de Janeiro v.13 n4 disponível em: <https://www.scielo.br/j/cebape/a/Y5zqFPmXGsY4xvLVnttbXBg/?lang=pt>

JACOBI, P.R. A gestão participativa de bacias hidrográficas no Brasil e os desafios do fortalecimento dos espaços públicos colegiados. In: COELHO, V.S.P.; NOBRE, M. Participação e Deliberação: teoria democrática e experiências institucionais no Brasil Contemporâneo. São Paulo: Editora 34, 2005.

LIMA, N. T.; BUSS, P. M.; PAES-SOUSA, R. A pandemia de COVID-19: uma crise sanitária e humanitária. Cadernos de Saúde Pública, Rio de Janeiro, v.36, n. 7, p 1-4, 2020. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/csp/a/yjBt8kkf6vSFf4nz8LNDnRm/?lang=pt>>. Acesso em 22 jun. 2023.

REIS, FABIANA A.R *et al.* Educação Ambiental na Gestão Pública: 10 anos de ação-reflexão-ação na região da Bacia de Campos. Campos dos Goytacazes, RJ: Petrobras, Associação Raízes, 2019.

QUINTAS, J.S. Introdução a Gestão Ambiental Pública. Brasília, Edições IBAMA, 2005.

DIMENSIONAMENTO DE SISTEMA BASEADO NA NATUREZA - WETLAND CONSTRUÍDO - PARA TRATAMENTO DE ESGOTO EM TRECHO DA LAGOA DE GERIBÁ (ARMAÇÃO DOS BÚZIOS/RJ)

Márcio Pacheco Cardoso¹, Margoth Silvana da Silva Cardoso²

¹Sanar-In Projetos e Soluções Socioambientais, Doutorando em Química e Mestre em Ciências Ambientais e Conservação, Universidade Federal do Rio de Janeiro, e-mail: marciopcard75@gmail.com

²Sanar-In Projetos e Soluções Socioambientais, Mestra em Ambiente, Sociedade e Desenvolvimento, Universidade Federal do Rio de Janeiro, e-mail: margothcard@yahoo.com.br

RESUMO

Este estudo foi realizado após solicitação da Secretaria de Meio Ambiente, Pesca e Urbanismo de Armação dos Búzios/RJ tendo como escopo o tratamento de águas residuárias em trecho da Lagoa de Geribá não contemplado por rede separativa de esgoto. Com a justificativa de garantir a qualidade do efluente despejado neste ponto da Lagoa, foi elaborado um estudo de concepção e viabilidade de um sistema pautado nas soluções baseada na natureza (SbN) – o *wetland* construído vertical modelo francês, com tratamento preliminar de gradeamento, um *sump* de regularização capaz de acomodar uma bomba automatizada para a batelada de alimentação, além de um extravasor. Para tanto, foi realizado um levantamento bibliográfico, pesquisa documental e análise técnica pautada nos conceitos e estudos comparativos entre tecnologias de tratamento de esgoto por Von Sperling (2011), Pablo Sezerino (2018) dentre outros pesquisadores, integrando dados estimados, pautados na área disponibilizada pela equipe da Secretaria e no quantitativo populacional correlato a ser atendido. Os valores da área (550 m²) e a estimativa populacional atendida (400 pessoas) foram obtidos através de extrapolações no Google Earth®. Para o cálculo de vazão média, os valores *per capita* foram estimados a partir de tabelas experimentais disponibilizadas na literatura científica. O dimensionamento foi pautado no vasto acervo de artigos científicos e no manual de consenso disponibilizado pelo GESAD/FUNASA. Desta forma, no cenário simulado, o estudo conclui que é possível atender uma demanda de 400 pessoas numa área construída de 350 m² para o *wetland*, com eficiência até 85% em períodos de baixa temporada com versatilidade tal para atender até 1000 pessoas em alta temporada, com uma redução de eficiência, na tratativa de se manter a descarga de efluente enquadrada nas legislações ambientais. Além da DBO, as eficiências estimadas em baixa temporada poderão ser de: 65% para DQO, 85% para SST e 65% para NKT.

Palavras-chaves: projeto; engenharia do trabalho.

INTRODUÇÃO

A contaminação dos recursos naturais vem ampliando os problemas ambientais em toda a Região dos Lagos. A falta de tratamento do esgoto sanitário eficiente é uma das causas de tal contaminação e poucos são os municípios na região que possuem a coleta e o tratamento adequado de seus efluentes (BEGOSSO, 2009). A fim de garantir a preservação do meio ambiente e minimizar os impactos gerados pelo lançamento de efluentes nos corpos hídricos, os municípios deveriam pautar suas decisões por tecnologias de Produção mais Limpa que visam à redução dos líquidos na fonte geradora, assim como tecnologias de fim de tubo, como as Estações de Tratamento de Efluentes sustentáveis. Muitas são as variáveis que não permitem padronizar o tratamento dos despejos residuários, entre elas: tipo de processo, área disponível, situação econômica, legislação local, condições climáticas, pessoal disponível para operação, entre outros. Considerando todas essas variáveis, a busca por uma estação de tratamento de efluentes que possa ser gerenciada de forma ambientalmente sustentável é uma necessidade (CURIA, 2010).

Dentre as diversas soluções propostas para o tratamento de águas residuais domésticas, tem-se utilizado de sistemas chamados *wetlands* (banhados) construídos, cuja técnica tem sido usada em larga escala, especialmente para tratamento de esgoto sanitário. Esta é uma tecnologia simples, envolvendo baixos custos de operação e manutenção, simples implantação além de ser esteticamente adequado ao ambiente. Esses sistemas podem ser implementados no local onde o efluente é produzido, podendo ser operados por mão de obra não especializada. Além disso, possuem baixo custo energético e são menos susceptíveis às variações nas taxas de aplicação de esgoto (BELMONT *et al.*, 2006; KONNERUP; KOOTTATEP; BRIX, 2009).

Nesse sentido, o estudo em questão visa à elaboração de uma sugestão, após solicitação da Secretaria de Meio Ambiente, Pesca e Urbanismo de Armação dos Búzios/RJ, para o tratamento de águas residuárias em trecho da Lagoa de Geribá não contemplado por rede separativa de esgoto.

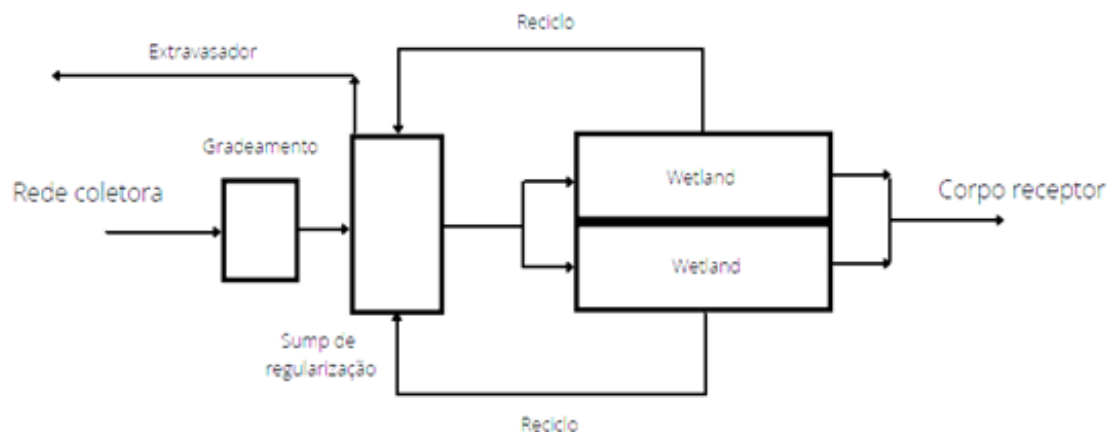
A construção de *wetlands* pode promover a melhoria da qualidade da água, o armazenamento de águas pluviais, o ciclo de nutrientes e outros compostos, o habitat para fauna, a recreação, a pesquisa, a educação ambiental e o aprimoramento e melhoria estética da paisagem (DAVIS L., 1999). Ademais, estes sistemas são muito efetivos em regiões de clima mais quente, já que uma maior incidência de radiação solar promove o crescimento das plantas (KYAMBADDE *et al.*, 2004 apud MACHADO *et al.*, 2017).

Entre as principais vantagens, pode-se destacar:

- Baixo custo para construção;
- Baixo consumo de energia;
- Baixo custo de manutenção;
- Habilidade de tolerar flutuações de vazões;
- Facilitam o reúso de água para solos agrícolas;
- Aproveitamento das plantas para artesanatos e compostagem;
- Aproveitamento da experiência de um *wetland* já instalada em cidade vizinha.

Os autores entendem que a melhor alternativa para a solução do problema em parte da Lagoa de Geribá seria a implantação de um *wetland* construído vertical modelo francês, com tratamento preliminar de gradeamento, um *sump* de regularização capaz de acomodar uma bomba automatizada para a batelada de alimentação além de um extravasor (Figura 1).

Figura 1: Desenho esquemático do sistema de tratamento sugerido (feito pelo autor)



METODOLOGIA

Para iniciar os estudos das estimativas operacionais de um tratamento com wetland construída em trecho da Lagoa de Geribá localizada no bairro de Manguinhos, em Armação de Búzios/RJ, caracterizou-se a área física deste local de implantação. Não foram obtidas informações oficiais do município, pela equipe da Secretaria de Meio Ambiente, Pesca e Urbanismo de Búzios, principalmente as características fundamentais para o desenvolvimento de toda a estrutura do sistema de tratamento, sendo que vários parâmetros foram estipulados a partir de tabelas consagradas pelas boas práticas da Engenharia Ambiental.

Como ponto inicial, o local para construção do sistema de tratamento do esgoto foi estipulado pela equipe da Secretaria Municipal. Na análise dos mapas obtidos pelo Sistema de Informação Geográfica, Google Earth® 2021, pode-se inferir que a área desse terreno disponibilizado é de aproximadamente 550 m², com uma ligação direta de um canal de águas pluviais em sua entrada e uma ligação direta com a Lagoa, em sua saída.

Após esta etapa, fez-se levantamento bibliográfico, pesquisa documental e análise técnica pautada nos conceitos e estudos comparativos entre tecnologias de tratamento de esgoto por wetlands por Von Sperling (2011), Pablo Sezerino (2018), dentre outros pesquisadores, integrando os dados estimados pautados na área disponibilizada e no quantitativo populacional a ser atendido.

Já para o cálculo de vazão média, os valores per capita foram simulados a partir de tabelas experimentais disponibilizadas na literatura científica. O dimensionamento foi pautado no vasto acervo de artigos científicos e no manual de consenso entre pesquisadores e praticantes, disponibilizado pelo GESAD/FUNASA e pelo grupo Wetlands Brasil.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O wetland construído vertical modelo francês foi a tecnologia escolhida devido à indisponibilidade de áreas maiores. Com isso, há a possibilidade de ampliar a capacidade de tratamento, mantendo a eficiência dentro do que preconiza as legislações ambientais.

Ao estruturar o sistema com um tratamento preliminar de gradeamento, evita-se danos de materiais grosseiros ao leito do wetland. Já a construção de sump de regularização capaz de acomodar uma bomba automatizada para a batelada de alimentação otimiza o processo ampliando sua eficiência com a injeção de maior quantidade de oxigênio essencial para o processo de decomposição de material orgânico, além de promover um controle na vazão de entrada.

Um extravasor é fundamental para evitar possíveis descontroles provocados por altas variações na coleta em tempo seco. Como a região em estudo não possui rede coletora específica, aumentos de vazões abruptas podem ser redirecionados para os canais de águas pluviais. Essa questão poderia ser sanada caso houvesse uma maior área disponível para o tratamento.

Por fim, ao implementar um reciclo pós-tratamento do wetland construído aumenta a eficiência global do sistema, fato não calculado nesse estudo.

Dimensionamento do sistema de wetlands com tratamento preliminar

Para o dimensionamento do projeto foi utilizado o grau de tratabilidade desejado usando-se como parâmetro tanto a área disponibilizada, quanto o DBO efluente desejado, seguindo as determinações das legislações ambientais. Com o valor da área, inferiu-se todos os dados complementares para a finalizar a sugestão do wetland construído.

Caracterização do local da ETE

- Área total do bairro a ser atendido com a demarcação de trecho que possivelmente será atendido supondo 100 moradias com 4 pessoas cada (figura 2);
- Área total do terreno disponibilizado para a ETE Wetland (simulado pelo Google Maps®) = 350 m²;
- Proximidade com o centro urbano, o que reduziria as obras de interligação das redes de esgoto em direção ao wetland;
- Canal de águas pluviais convergindo para a entrada do terreno. Neste canal, conforme informado pela equipe da Secretaria, estaria toda a coleta do esgoto doméstico local;
- Como a coleta realizada neste trecho é em tempo seco, sugere-se, além de um canal de gradeamento para retirar dos materiais grosseiros, um sump de regularização com bombeamento automatizado para controle de vazão e das bateladas de alimentação, com sistema extravasor capaz de evitar estrangulamentos e possíveis alagamentos a montante;
- Projetar um sistema com reciclo pós-tratamento do wetland construído para ampliar a eficiência;

Figura 2: Área com possível atendimento a ETE proposta. Fonte: Google Earth 2021



Expectativas durante as sazonalidades locais

A implantação de um *wetland* construído vertical modelo francês, com tratamento preliminar de gradeamento, um *sump* de regularização capaz de acomodar uma bomba automatizada para a bate-lada de alimentação além de um extravasor evitará descontroles provocados por altas variações na coleta em tempo seco.

A situação atual já é drástica. Essa alternativa contribuiria com a redução de um dano que já ocorre no trecho da Lagoa de Geribá pelo fato deste espaço possuir a maior ocupação no entorno, recebendo a maior carga de esgoto, conforme retratado no Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica (RIO DE JANEIRO, 2017).

Dados do dimensionamento

DADOS DE ENTRADA	
Equivalente populacional	400 EP
Vazão per capita	120 L/hab.dia
Vazão média (Q)	48 m ³ /d
CARACTERÍSTICAS DO AFLUENTE	
Concentração de DBO	250 mg/L
Concentração de DQO	625 mg/L
Concentração de SST	275 mg/L
Concentração de NTK	60 mg/L
Carga de DQO	30 kg/d
Carga de DBO	12 kg/d
Carga de SST	13,2 kg/d
Carga de NTK	2,88 kg/d
PARÂMETROS DE DIMENSIONAMENTO	
Taxa de aplicação hidráulica (TAh)	0,37 m ³ /m ² .d
Taxa de aplicação de DQO (TAdqo)	0,35 kgDQO/m ² .d
Taxa de aplicação de DBO (TAdbo)	0,150 kgDBO/m ² .d
Taxa de aplicação de SS (TAss)	0,15 kgSST/m ² .d
Taxa de aplicação de NTK (TAntk)	0,03 kgNTK/m ² .d
DIMENSIONAMENTO	
Número de leitos	2 (em série) – 12 x 14,5 x 0,7 m cada
A1 – Área mínima baseada em TAh	256 m ²
A2 – Área mínima baseada em TAdbo	320 a 350 m ²
BATELADAS DE ALIMENTAÇÃO	
Número de bateladas de alimentação por dia	Informações após análises locais
Volume de esgoto de cada batelada	Informações após análises locais
Lâmina d'água teórica durante a carga	Informações após análises locais
Tempo de descarga durante cada batelada	Informações após análises locais
Vazão de esgotos durante o tempo de descarga	Informações após análises locais
Taxa hidráulica sobre o leito durante a carga	Informações após análises locais

Orçamento estimado

Implantação – R\$ 180,00/m²

Terreno – sendo a prefeitura, não há custos

*Frete – R\$ 50,00/m²

TOTAL – R\$ 80.500,00

Descritivo em termos de porcentagem do orçamento:

1 – BDI – 20%

2 – Vegetação – 5%

3 – Estruturas de aço/Paisagismo – 5%

4 – Terraplanagem/equipamentos – 10%

5 – Sistemas hidráulicos – 20%

6 – Impermeabilização – 20%

7 – Meio suporte/frete – 20% (com até 100km de transporte de materiais)

8 – Terreno – sendo da prefeitura, não há custos

*Pode ser reduzido dependendo da disponibilidade de materiais na região

CONCLUSÕES

Para atender um equivalente populacional estimado de 400 EP, num tratamento de aproximadamente 48 m³/dia de vazão afluyente de esgoto, com Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) afluyente de 250 mg/L e com temperatura de 25°C, será necessária uma área destinada de, aproximadamente, 350 m² (baseado no parâmetro DBO), numa relação área/habitante de 0,88 para que se mantenha uma eficiência máxima de 85% para DBO, sendo estimado eficiências de 65% de DQO, 85% de SST e 65% de NKT. Caso haja uma variação para aproximadamente 1.000 EP, a eficiência global cairá, mas estará enquadrada no que determina as legislações ambientais, atendendo a eficiência mínima de tratamento exigida de 60% para DBO.

Sugere dois leitos em série, cada um com área de 12,0 m x 14,5 m e com 0,7 m de profundidade (totalizando a área de 350 m² para o tratamento), com reciclo, contemplando uma área útil de 350 m² (aproximadamente), dentro de uma área total de 550 m². É forçoso destacar que não foi realizado o dimensionamento do tratamento preliminar com um sistema de batelada a montante da ETE por falta de tempo hábil.

Este estudo, para se tornar realidade, necessita de sequenciamento com um projeto de elaboração e uma detalhada análise de viabilidade. Não é intenção deste documento esgotar o assunto, ficando no âmbito da sugestão.

Insta frisar que estas estimativas partem de um cenário hipotético, baseado em estudos similares dispostos em toda literatura científica, pois não foram entregues dados de inúmeros parâmetros do local que são cruciais para a precisão do resultado.

Referências Bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9648: estudo e concepção de sistemas de esgoto sanitário**. Rio de Janeiro, 1986a. 12p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9649: projeto de redes coletoras de esgoto sanitário**. Rio de Janeiro, 1986b. 23p.

BEGOSSO, L. Determinação de parâmetros de projeto e critérios para dimensionamento e configuração de wetlands construídas para tratamento de água cinza. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Centro de ciências exatas e tecnologia, Programa de Pós-Graduação em tecnologias ambientais. Campo Grande, 2009. 53p.

BELMONT, M. A.; IKONOMOU, M.; METCALFE, C. D. Presence of nonylphenolethoxylate surfactants in a watershed in central Mexico and removal from domestic sewage in a treatment wetland. *Environmental Toxicology and Chemistry*, New York, V.25, n.1, p.29-35, 2006.

CURIA, A. C. **Banhados Construídos como sistema terciário para reuso da água industrial em uma empresa Metal-Mecânica**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e Materiais (PPGEM), Porto Alegre, 2010.

DAVIS, L. A handbook of constructed wetlands: a guide to creating wetlands for agricultural wastewater, domestic wastewater, coal mine drainage, stormwater in the Mid-Atlantic region: stormwater. Filadélfia: EPA, 1999. 36 p.

KONNERUP, D.; KOOTTATEP, T.; BRIK, H. Treatment of domestic wastewater in tropical, subsurface flow constructed wetlands planted with Canna and Heliconia. *Ecological Engineering*, Amsterdam, v. 35, n.2, p. 248-257, 2009.

OLIJNYK, D. P.; SEZERINO, P. H.; FENELON, F. R.; PANCERI, B.; PHILIPPI, L. S. **Sistemas de Tratamento de Esgoto por zona de raízes: Análise comparativa de sistemas instalados no estado de Santa Catarina**. In: 24 ° Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Belo Horizonte, 2007.

RIO DE JANEIRO (Estado). Secretaria de Estado do Ambiente. **Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica de Armação dos Búzios/Secretaria de Estado do Ambiente**; organizadores: Renata de Souza Lopes, Janete Abrahão. Rio de Janeiro, 2017. 156p.

SALATI, E.; SALATI, E.F.; SALATI, E. **Utilização de Sistemas de Wetlands construídas para tratamento de Águas**. Instituto Terramax- Consultoria e Projetos Ambientais LTDA, Piracicaba-SP, 2009. Sanitária e Ambiental, Florianópolis. ABES, 2003. 238p.

SEZERINO, Pablo H. **Aplicação de wetlands construídos no tratamento de águas residuárias**. 2014. 57 slides. Disponível em: <<http://wetlandsconstruidos.blogspot.com.br/>> Acesso em 30 maio de 2018.

SEZERINO, Pablo H. *et al.* Dimensionamento de wetlands construídos no Brasil, Documento de consenso entre pesquisadores e praticantes. Wetlands Brasil e GEASD/FUNASA, 2018. 175p.

VON SPERLING, Marcos. Princípios do tratamento biológicos de águas residuárias. V.3. DESA UFMG. 1996. 134p.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** 3 ed. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Minas Gerais. 6ª reimpressão, Belo Horizonte, 2011.

VON SPERLING, M. **Princípios básicos do tratamento de esgotos.** Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Minas Gerais. 8ª reimpressão, Belo Horizonte, 2011.

DIMENSIONAMENTO DE SISTEMA BASEANDO NA NATUREZA - WETLAND CONSTRUÍDO - PARA TRATAMENTO DE ESGOTO E REUSO DE ÁGUA COM IMPLANTAÇÃO DE POLO AMBIENTAL EM IGUABA GRANDE-RJ

Margoth Silvana da Silva Cardoso¹, Márcio Pacheco Cardoso²

¹Sanar-In Projetos e Soluções Socioambientais, Doutorado em Química e Mestre em Ciências Ambientais e Conservação, Universidade Federal do Rio de Janeiro, e-mail: marciocard75@gmail.com

²Sanar-In Projetos e Soluções Socioambientais, Mestra em Ambiente, Sociedade e Desenvolvimento, Universidade Federal do Rio de Janeiro, e-mail: margothcard@yahoo.com.br

RESUMO

Este estudo foi motivado pela participação dos autores numa audiência pública promovida pela ALERJ após um incidente provocado pelo lançamento irregular de esgoto *in natura* na Laguna de Araruama. Assim, os autores elaboraram um plano de desenvolvimento socioambiental para contribuir com o poder público e a concessionária local (Prolagos). Esse plano é pautado nos conceitos de Soluções Baseadas na Natureza (SbN) – o *wetland* construído – para o tratamento terciário de esgoto municipal. Com isso, pode-se aproveitar o efluente tratado para revitalização dos rios urbanos e/ou reuso agrícola. Faz parte do projeto a implantação de um polo ambiental, utilizando a área disponibilizada para montar uma estrutura capaz de melhorar os indicadores socioeconômicos do município. Esse polo conta, além do *wetland*, com um núcleo de estudos ambientais, um centro de eventos culturais, um mercado municipal, uma praça de alimentação, uma horta orgânica com suporte logístico, um galpão para o aproveitamento dos resíduos do tratamento do *wetland*. O ambiente, nessa proposta, é totalmente autossustentável, pois estima-se a implantação de uma usina de energia fotovoltaica e captação de água de chuva. Para tal, foi realizado o estudo de concepção/viabilidade e o dimensionamento da área útil para construção desse polo ambiental, atendendo a uma população de 20.000 habitantes. O estudo demonstra que, com os parâmetros socioambientais da cidade, será necessária uma área de 65.000 m² para toda infraestrutura. O projeto foi encaminhado aos órgãos responsáveis para análise de viabilidade, estando, no momento, em fase de captação de investimentos públicos pelos órgãos competentes.

Palavras-chave: Iguaba Grande, socioambiental, desenvolvimento, Laguna de Araruama.

INTRODUÇÃO

Iguaba Grande é um município de elevada importância ambiental dentro da Região dos Lagos no Estado do Rio de Janeiro. Sobre seu perfil territorial, Iguaba é constituída por aproximadamente 32,5% de Unidades de Conservação, fato importante, pois estas áreas são remanescentes da vegetação florestal que outrora cobria a planície fluminense, inclusive abrigando espécies biológicas raras e ameaçadas de extinção da região (IGUABA, 2018). Além de apresentar essas belezas naturais, o município beira a internacionalmente conhecida Laguna de Araruama, considerada como o maior ecossistema lagunar hipersalino em estado permanente do mundo. Aliada à sua atratividade natural, a Laguna tem importância para a bacia hidrográfica local, pois representa o corpo receptor principal dos rios urbanos, totalizando uma área de 430 km², comunicando-se com o Oceano Atlântico através do Canal de Itajurú, em Cabo Frio – RJ (BIDEGAN, 2002).

A Laguna de Araruama e todos os rios afluentes, principalmente os localizados na área de macrozona urbana de Iguaba Grande, tendem a serem suscetíveis a variações climáticas e ambientais, as modifi-

cações hidrológicas e as influências antropogênicas. O crescimento demográfico desordenado em suas margens aumentou a pressão antrópica, pondo em risco a saúde destes bens naturais. (CARVALHO, *et al*, 2014; MELLO, 2007; SANTIAGO, 2011).

A fim de garantir a preservação do meio ambiente e minimizar os impactos gerados pelo lançamento de efluentes nos corpos hídricos, os municípios deveriam pautar suas decisões por tecnologias de produção mais limpa que visam à redução dos líquidos na fonte geradora, assim como tecnologias de fim de tubo, como as estações de tratamento de efluentes sustentáveis. Assim sendo, a busca por uma estação de tratamento de efluentes que possa ser gerenciada de forma ambientalmente sustentável é uma necessidade (CURIA, 2010). Dentre as diversas soluções propostas para o tratamento de águas residuais domésticas, tem-se utilizado de sistemas chamados *wetlands* (alagados) construídos, cuja técnica tem sido usada em larga escala, especialmente para tratamento de esgoto sanitário. (KONNERUP, *et al*, 2009). São uma tecnologia para tratamento de águas e efluentes por mecanismos puramente naturais, utilizando plantas macrófitas, que apresentam elevada eficiência, simplicidade construtiva e operacional e beleza estética e paisagística. São pautadas nos princípios das soluções baseadas na natureza (SbN) e da economia circular.

Por sua vez, o município também convive com outras questões socioambientais conflitantes. Com a maior concentração de renda da Região dos Lagos, os munícipes enfrentam uma extrema desigualdade que vem se agravando com o cenário de alta instabilidade político-econômico nacional (IBGE, 2010). Como consequência imediata, os índices de violência, pobreza e vulnerabilidade dos jovens na cidade vêm se transformando em problemas a serem combatidos imediatamente com políticas estratégicas, preservando os direitos básicos dos cidadãos iguabenses (WASELFISZ, 2013). O dever do poder público, neste cenário, é de articular espaços de desenvolvimento, promovendo parcerias entre todos os atores interessados, de forma a harmonizar as metas sociais, ambientais e econômicas.

Assim sendo, este estudo, foi movido pela condição precária do saneamento básico local e por um senso de justiça ambiental após o incidente ocorrido no despejo irregular de esgoto in natura na Laguna de Araruama em 12 de março de 2018, justificando-se pela defesa dos direitos fundamentais da sociedade, com o objetivo de elaborar um plano alternativo para o desenvolvimento socioambiental do município de Iguaba Grande através da implantação de um Polo Ambiental, realizando os cálculos necessários para o dimensionamento de sua área, tona-se importante para manutenção do que preconiza o artigo 225 da Constituição Federal (BRASIL, 1988).

METODOLOGIA

A elaboração deste plano foi fundamentada nos documentos oficiais do município de Iguaba Grande, pesquisa bibliográfica, legislações existentes voltadas ao saneamento básico local e entrevistas com atores sociais. Vale frisar que, em todo estudo, buscou-se seguir os critérios da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), pelas normas NBR 9648/86 e NBR 9649/86, já que este tipo de sistema é condicionante ao licenciamento ambiental.

O Polo Ambiental sugerido no estudo é composto por um sistema de tratamento de esgoto (lagoa aerada + lagoa de sedimentação com plantas macrófitas + *wetland* construída subsuperficial de fluxo vertical) servindo também como revitalização dos rios urbanos; um núcleo de estudos ambientais (NEA); uma horta orgânica com suporte logístico para escoamento da produção; um mercado municipal, uma área de restaurantes, um centro de eventos, um galpão para o aproveitamento dos resíduos do tratamento da *wetland*; uma usina de energia solar fotovoltaica e estrutura para captação de água de chuva.

Para dimensionar a área necessária para implantação deste polo, iniciou-se com o sistema de tratamento de esgoto. Os dados obtidos por documentos publicitados pela concessionária Prolagos nortearam os estudos. A carga total DBO afluente considerada foi 935,6 kg/dia, numa vazão afluente de 48,6L/s. Seguindo os cálculos descritos nas obras de Von Sperling (1996), estima-se que o dimensionamento para uma estação composta por lagoa aerada de mistura completa seguida de lagoas de sedimentação, mantém uma relação de 0,30 m² por habitante.

Para o *wetland* construído, Sezerino e Sperling (2018) propõem, no Documento de Consenso entre Pesquisadores e Praticantes do grupo Wetlands Brasil (SEZERINO, 2018), um método para o dimensionamento associando a área de filtro plantado por habitante. Os aspectos hidráulicos, dimensões do leito filtrante foram pautados na remoção de 50% do tratamento primário e secundário propostos. A escolha pelo fluxo vertical foi por otimizar a área do *wetland* construído. Optou-se pela brita 1 como material suporte, onde a porosidade do meio experimental é de 0,5 mm. Esses autores concluíram, considerando o processo de cinética de primeira ordem, uma relação estimada de 1,81 m² de área de filtro plantado (*wetland*) por pessoa.

Além desses valores obtidos no dimensionamento do tratamento de esgoto, outros fatores são determinantes para construção utilizando a *wetland* artificial. Dupoldt *et al.* (2000) cita alguns critérios para identificar a melhor localização: proximidade da fonte do efluente; inclinação, para que a água flua através da gravidade; solo passível de compactação, para evitar contaminação das águas subterrâneas; e a *wetland* deve estar acima do lençol freático. Os dados necessários para elaboração deste estudo foram obtidos através de informações oficiais da Prefeitura de Iguaba Grande.

Sobre o núcleo de estudos ambientais, foi utilizada como referência a média das áreas destinadas às Universidades Federais localizadas no Estado do Rio de Janeiro. Contudo, mesmo estimando um número de 120 alunos inicialmente, esta área já está dimensionada para ampliar essa oferta, na medida em que o poder público municipal venha firmar novas parcerias com o Ministério da Educação.

Nos cálculos da área para horta orgânica e sua sede administrativa para tratar da logística de escoamento da produção, estimou-se uma produção de 6.000 kg de alimentos, no geral, por mês. Para isso, conforme dados obtidos pela Secretaria de Agricultura e Pesca do município, fez-se uma estimativa através de uma relação de produção em Iguaba por área de plantio, como forma de agregar as características do solo na previsão.

O galpão para o aproveitamento dos resíduos do sistema de esgoto teve sua área estimada comparando a existente em Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) na cidade vizinha de Araruama.

Por fim, para a instalação de uma usina de energia solar por placas fotovoltaicas aplicou-se os conceitos obtidos em Fraidenraich (1995) e em Fadigas (1993). Sobre o aproveitamento de águas de chuvas, sugere-se que sejam instaladas, em todo prédio construído (NEA, centro logístico, mercado municipal etc.), um sistema de calhas nos telhados, com dimensionamento suficiente para manter o uso não potável deste recurso, como descarga de vasos sanitários, irrigação da horta orgânica, limpeza do local etc. Ampliando esta fonte de captação, sugere-se, também, a construção de reservatórios com possibilidade de captar a água de chuva diretamente.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para atender uma população de 20.000 habitantes será necessária uma área destinada de 36.200 m² (sistema composto por lagoa aerada + lagoa de sedimentação com plantas macrófitas + *wetland* construída). Uma das aplicações interessantes desse sistema é a restauração de cursos d'água im-

pactados. Neste projeto, o efluente tratado é redirecionado aos rios urbanos, contribuindo com sua revitalização ou reuso na agricultura.

O núcleo de estudos ambientais, com dois andares, composto por: 10 salas de aulas, 2 salas de informática, 3 laboratórios experimentais, cantina e área de convivência, foi estimada em 1.000 m² em comparação com a média de 5,4 m² por estudante das Universidades instaladas no Rio de Janeiro. Esse valor extrapolou os 120 alunos pleiteados pelo projeto como forma de possibilitar uma possível expansão.

Para o terreno destinado à agricultura orgânica e sua central de logística de escoamento da produção, sugere-se 15.000 m², sendo 10.000 m² exclusivamente para a horta. Nessa área tem-se uma possível produção de 6.000 kg por mês de alimentos no geral, pautado na experiência dos produtores locais.

Como modelo a ser seguida, a ETE de Ponte dos Leites, em Araruama, gera cerca de 450.000 kg de resíduo por mês, com o tratamento de esgoto para uma população de aproximadamente 144.000 habitantes. A estação possui o programa “Resíduo Zero” com dois destinos diferentes para os mesmos resíduos. Uma parte vai para a compostagem aeróbica com revestimento mecânico, realizada em parceria com empresa especializada. A outra parte poderá ser destinada às associações sociais da região, para confecção de produtos artesanais, cujo objetivo é gerar renda para as famílias em situação de risco e vulnerabilidade social. Similarmente, sugerimos que o polo forneça a matéria prima para o adubo e o local para a compostagem, sendo que a empresa cuide da jardinagem da estação. Assim, o galpão disponibilizado para reaproveitamento dos resíduos do *wetland* em cenário similar ao proposto no projeto, em cidade vizinha, é de 5.000 m².

Para a área de instalação das placas fotovoltaicas (captação de energia solar) sugere-se 1.000 m² com capacidade de geração de energia estimada para suprir a demanda do NEA Iguaba, Centro Logístico e demais estruturas na área de *wetland*, conforme cálculos pautados no perfil de incidência da radiação solar em Iguaba Grande.

Por esse estudo, a disposição final do empreendimento requer uma área de aproximadamente 65.000 m², contando com um excedente para áreas verdes e de paisagismo. Respeitando os direitos da propriedade e prezando pelas relações cordiais entre os entes, contando com a habilidade de negociação do poder público, os autores sugerem a área demarcada (sublinhada) na figura 1, tendo em vista a localização estratégica.

Caracterização do local

Área total do terreno identificado na cidade (simulado pelo Google Maps®) = 2.450.000 m² (supre os 65.000m² calculados para o polo ambiental); Proximidade com o centro urbano, o que reduziria as obras de interligação dos rios ou redes de esgoto em direção à *wetland*; local de fácil acesso aos principais eixos rodoviários de entrada e saída da cidade, facilitando o transporte da produção orgânica da horta.

Figuras 1: Área sugerida para implantação do polo ambiental, bairro São Miguel em Iguaba Grande RJ e Simulação em 3D da infraestrutura sugerida.



Fonte: Google Maps® e dos arquivos dos autores

Com isso, entende-se que seriam necessários 150 trabalhadores capacitados para manutenção do polo ambiental, gerando empregos diretos, sem contar com os indiretos que darão suporte a este projeto. Para fortalecer as ações na cidade, boa parcela destas vagas poderia ser destinada aos moradores de Iguaba Grande.

CONCLUSÃO

Considerando que a coleta e tratamento de esgoto doméstico não atinge a toda população, torna-se oportuna a busca por tecnologias simplificadas, econômicas e descentralizadas que minimizem esse cenário. Sem prejuízo da utilização das melhores técnicas tanto para o despejo quanto o tratamento do esgoto, prevalece a importância da instalação de redes separadores absolutos na cidade, assim como estações de tratamento de esgoto que supram o aumento populacional estimado para as próximas décadas.

Comparativamente a outras tecnologias convencionais, o Polo Ambiental com *wetlands* construídos tem potencial de reduzir significativamente a emissão dos gases de efeitos estufa. Por ser um ambiente arborizado e com vegetação abundante, também ocorre o sequestro do gás carbônico e produção de oxigênio. A redução na geração do lodo, que fica mineralizada no leito filtrante, diminuindo seu envio para os aterros sanitários, evitando de proliferação de vetores e reduzindo drasticamente doenças vinculadas ao lixo, assim como garantindo segurança aos trabalhadores do sistema de resíduos sólidos do município.

A implantação de uma área arborizada, sistema de esgoto com plantas macrófitas, a horta orgânica, enfim, um espaço restaurado com vegetação local, traz de volta espécies de aves, plantas, peixes, répteis, dentre vários da fauna e flora que não tinham espaço devido ao avanço da urbanização da cidade.

Outro ponto importante é o fato de o projeto atender aos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU, o que poderá qualificar a cidade entre uma das 10 melhores cidades sustentáveis do Brasil, conforme o IDSC - BR (Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades – Brasil) do Instituto Cidades Sustentáveis, no âmbito do Programa Cidades Sustentáveis do governo federal.

Além dos ganhos referentes às questões já descritas, podem-se inferir os benefícios socioambientais da efetivação deste plano de desenvolvimento, destacando cada tópico sugerido. Assim, as vantagens possíveis são:

Sistema de tratamento de esgoto com *wetland* construída: Baixo custo para construção, consumo de energia e de manutenção; habilidade de tolerar flutuações de vazões; facilitam o reúso de água para solos agrícolas; aproveitamento das plantas para artesanatos e compostagem; aproveitamento da experiência de um *wetland* já instalada em cidade vizinha.

Construção do Núcleo de Estudos Ambientais: O reconhecimento das características ambientais locais, regionais e globais do meio ambiente para atividades em Educação Ambiental; o conhecimento e identificação de características particulares de plantas nativas, ornamentais e medicinais. A valorização da pesquisa ambiental na cidade, transformando a área do *wetland* em um grande polo de estudos diante da realidade de Iguaba Grande.

Implantação de uma horta orgânica e o Centro de Logística: Esta técnica agrícola não se faz com uso de agrotóxicos, produzindo alimentos mais saudáveis, colaborando para o estabelecimento de políticas de conservação, recuperação, melhoria do meio ambiente e de qualidade de vida na cidade de Iguaba Grande, no seu entorno e na sociedade em geral; constituir um processo de gestão compartilhada e integrada de resíduos, tornando um bom exemplo para outras instituições governamentais e para a sociedade em geral; manter a qualidade da água garantida, pois a ação dos agrotóxicos nos lençóis freáticos e córregos causam vários tipos de doenças, significando uma grande ameaça à manutenção e a qualidade de vida.

Aproveitamento dos resíduos gerados pelo *wetland* construído e centro de eventos: Promoção de feiras livres com os trabalhos artesanais feitos com as plantas descartadas do *wetland*; confecção de camisas, toalhas e lençóis com a fibra de plantas destinadas ao tratamento, possibilitando a distribuição destes uniformes às unidades escolares, da área de saúde etc. Produção de adubo orgânico com o lodo tratado, podendo ser em parceria com empresa especializada, sendo destinada uma parcela para a restauração de solos contaminados na cidade, assim como o aumento da produtividade das áreas rurais. Outra parte dessa produção ficaria sobre o encargo da empresa na comercialização, no mercado regional e nacional, sobre sua responsabilidade.

Autossustentabilidade do empreendimento: Reduzir a demanda de água e o consumo de energia; melhorar o uso da água e reduzir as perdas e desperdícios; implantar práticas e tecnologias para economizar água e se tornar autossustentável em termos de energia elétrica; informação e conscientização sobre o bom uso dos recursos, servindo de modelo para a cidade.

Vantagens e melhorias nos indicadores socioeconômicos: Permanência dos jovens, em tempo integral, num ambiente profissionalizante, capacitando-os, reduzindo a vulnerabilidade social; aumento de estudos científicos na cidade, gerando informações sobre as características ambientais, contribuindo para promoção de políticas mais eficientes; redução dos indicadores de violência na cidade; geração de empregos, concomitantemente, maior distribuição de rendas, proporcionando melhorias nos indicadores sociais citados anteriormente, transformando Iguaba Grande num modelo de cidade sustentável; aumento na arrecadação de impostos provenientes da aceleração econômica provocado direta e indiretamente pelo empreendimento. Frisa-se que, com uma população com maior poder de compra, o comércio local tende a aquecer, gerando um ciclo automático de geração de empregos na cidade e atratividade para novos empreendimentos.

Referências Bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9648: estudo e concepção de sistemas de esgoto sanitário**. Rio 256 de Janeiro, 1986a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9649: projeto de redes coletoras de esgoto sanitário. Rio de Janeiro, 1986b.

BERTUCCI, THAYSE C.P. **Turismo e Urbanização: Os problemas ambientais da Lagoa de Araruama** – Rio de Janeiro, disponível em <http://www.scielo.br/pdf/asoc/v19n4/pt_1809-4422-asoc-19-04-00059.pdf>

BIDEGAIN, P. Lagoa de Araruama: perfil ambiental do maior ecossistema lagunar hipersalino do mundo. Rio de Janeiro: Semads, 2002. 160 p

BRASIL. [Constituição Federal (1998)]. Constituição da República Federativa do Brasil. Promulgada em 5 de outubro de 1988. 4ed. São Paulo: Saraiva, 1990.

CARVALHO, A.P.A.M; COSTA, R.S.; ROSA, J.C.L. Eutrofização e introdução de espécies exóticas em estuários hipersalinos: Lagoa de Araruama, Rio de Janeiro. UPEA/IFF. 2014.

CURIA, A. C. **Banhados Construídos como sistema terciário para reuso da água industrial em uma empresa Metal-Mecânica**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e Materiais (PPGEM), Porto Alegre, 2010.

DUPOLDT, CARL; *et al.* A Handbook of Constructed Wetlands. A guide to creating wetlands for: Agricultural Wastewater, Domestic Wastewater, Coal Mine Drainage, Stormwater. Vol. 1. USA, 2000.

FADIGAS, E.A. Dimensionamento de fontes fotovoltaicas e eólicas com base no índice de perda de suprimento e sua aplicação para atendimento à localidades isoladas. Dissertação de Mestrado. Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993, 162p.

FRAIDENRAICH, N.; LYRA, F. Energia Solar. Fundamentos e Tecnologias de Conversão Heliotermoeletrica e Fotovoltaica. Ed. Universitária da UFPE. 1995.

KONNERUP, D.; KOOTTATEP, T.; BRIX, H. Treatment of domestic wastewater in tropical, subsurface flow constructed wetlands planted with Canna and Heliconia. Ecological Engineering, Amsterdam, v. 35, n.2, p. 248-257, 2009.

IBGE (2010), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo 2010**. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br>. Acesso em 14 de março de 2018.

IGUABA. **Prefeitura Municipal de Iguaba Grande RJ** (2018). Disponível em <http://www.iguaba.rj.gov.br/2015/>. Acesso em 14 de março de 2018.

MELLO, T. B. M. **Caracterização biogeoquímica da Lagoa de Araruama, RJ. 2007**. 82 f. Dissertação (Mestrado em Geoquímica Ambiental) – Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, 2007

PHILIPPI, L. S. SEZERINO, P.H. Aplicação de Sistemas Tipo Wetlands no Tratamento de Águas

Residuárias: Utilização de Filtros Plantados com Macrófitas. Florianópolis, ed. do Autor, 2004. p.144

SANTIAGO, R. B. DESLANDES, R. Políticas Públicas e ordenamento territorial em áreas de preservação ambiental na Região dos Lagos, Rio de Janeiro. Revista Geográfica de América Central. EGAL II, 8p. 2011.

SEZERINO, P. H. SPERLING, M.; Dimensionamento de wetlands construídos no Brasil. Documento de consenso entre pesquisadores e praticantes. Grupo de Estudos em Sistemas Wetlands Construídos Aplicados ao Tratamento de Águas Residuárias, Boletim Wetlands Brasil, Edição Especial. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Grupo de Estudos em Saneamento Descentralizado (GESAD), 2018. Disponível em: <<https://gesad.paginas.ufsc.br/files/2019/05/Boletim-Wetlands-Brasil-Edição-Especial-Dimensionamento-de-Wetlands-Construídos-no-Brasil-von-Sperling-Sezerino-2018-3.pdf>>. Acesso em: 01 ago. 2018.

VON SPERLING, Marcos. Princípios do tratamento biológicos de águas residuárias. V.3. DESA UFMG. 1996. 134p.

WASELFISZ, J. **Mapa de Violência**. Flasco, Brasília 2013. 354p.

EDUCAÇÃO AMBIENTAL COM INVERTEBRADOS BENTÔNICOS COMO MATERIAL PEDAGÓGICO ATRAVÉS DO MICROSCÓPIO DIDÁTICO

Danyella Vieira Costa ¹; Giovanna Figueiredo Lima da Silva ², Théo Dias Arueira ³, Mauricio Mussi Molisani ⁴

1. Instituto de Biodiversidade e Sustentabilidade, Universidade Federal do Rio de Janeiro, gigifigueiredo2000@gmail.com; danyellavieiraufjr@gmail.com; dias.theo98@gmail.com; molisanimm@yahoo.com.br

RESUMO

O presente relato de experiência versa sobre a implementação de estratégias de Educação Ambiental (EA) como mediadora da relação entre sociedade, escola e questões socioambientais no contexto do projeto de extensão Ciência em Sana. A EA é reconhecida como um meio de sensibilização do público e capaz de promover a participação ativa dos educandos, tornando-os agentes ativos para a conservação dos ecossistemas. O projeto foca na região da Área de Proteção Ambiental (APA) do Sana, Macaé (RJ), onde o crescimento desordenado, práticas de turismo predatório, o desmatamento e a presença de áreas extensivas de pastoreio desafiam a qualidade ambiental. Utilizando metodologias interativas, este articula ensino e pesquisa de forma a integrar as comunidades científica e local. A oficina temática envolve atividades práticas que visam ensinar sobre bacias hidrográficas, o ciclo hidrológico e organismos bentônicos, mediadas por materiais didáticos construídos, como os microscópios didáticos. Essas atividades promovem a sensibilização dos alunos sobre os recursos hídricos, e estimulam seu engajamento de forma a contribuir para a democratização do ensino e a conscientização ambiental na comunidade local.

Palavras-Chave: extensão universitária; pesquisa-ação; material didático; sensibilização ambiental; macroinvertebrados bentônicos;

INTRODUÇÃO

A educação ambiental (EA) consolidou-se, ganhando mais destaque e reconhecimento em âmbito nacional como um campo de atividade que busca reconstruir a relação entre sociedade, escola e questões ambientais a partir da década de 1990 (RUFINO; CRISPIM 2015). Para Marques *et al.* (2014), a EA é utilizada como meio para sensibilizar o público sobre os assuntos que tangem a realidade ambiental dos ecossistemas, bem como explicar o papel de cada cidadão frente a sua responsabilidade social com as temáticas ambientais. Diante disso, a EA emerge como um apanhado de técnicas e métodos que promovem a atuação participativa do educando, a fim de que ele seja o agente ativo no processo de aprendizado frente à realidade das questões ambientais que lhe circundam (FRANTZ; MAYER, 2014). Para Jacobi (2005):

A educação ambiental assume, assim, de maneira crescente, a forma de um processo intelectual ativo, enquanto aprendizado social, baseado no diálogo e interação em constante processo de recriação e reinterpretação de informações, conceitos e significados, que se originam do aprendizado em sala de aula ou da experiência pessoal do aluno (JACOBI, 2005).

No entanto, pensar a EA em diferentes contextos socioambientais requer maior flexibilidade do educador para que o mesmo consiga montar estratégias que dialoguem diretamente com a realidade do educando. Desta forma, a realização de ações que trabalhem a sensibilização ambiental pode ocorrer de modo que ao final das atividades propostas o olhar do educando sobre sua realidade ambiental seja minimamente diferente do que era antes destas. Diante disso, metodologias interativas que articu-

lem o ensino e a pesquisa tornam-se promissoras enquanto mediadoras do processo de formação de agentes transformadores da realidade local, e podem atuar para a democratização do conhecimento dentro do ambiente escolar, mas também no contexto social em que se insere o educando. Assim, a democratização do conhecimento gerado pela pesquisa a nível local pode respaldar a realização de ações educativas desenvolvidas pelos educadores no ambiente escolar e promover um melhor aproveitamento das atividades.

Simultaneamente, a utilização das metodologias que articulam o ensino e a pesquisa através de elementos didáticos-pedagógicos mostram-se valiosas uma vez que estes materiais auxiliam no processo de interpretação e estimulam a curiosidade e a criatividade dos discentes no ensino de ciências. Nesse contexto, os recursos didáticos são os elementos utilizados pelo educador para auxiliar o processo de ensino-aprendizagem. Tais materiais são fundamentais para o desenvolvimento cognitivo do educando e sua utilização tem por finalidade aproximar o aluno do conteúdo ministrado (SOUZA, 2007; COSTOLDI; POLINARSKI, 2009).

Assim, ao repensar a EA e a utilização de materiais pedagógicos no ensino de ciências, recursos visuais e elementos bióticos podem ser utilizados a fim de gerar maior sensibilização dos educandos e aumentar a efetividade das ações (BENITES & MENDONZA, 2008; GOULART & CALLISTO, 2001). Os elementos bióticos podem se destacar por características carismáticas – como aves e mamíferos – ou pelo estímulo à curiosidade através de organismo menos conhecidos, como os macroinvertebrados bentônicos. Estes destacam-se devido à possibilidade de serem utilizados como bioindicadores de qualidade ambiental de ecossistemas aquáticos (CALLISTO *et al.*, 2001)). Os organismos bentônicos são extremamente diversos, representando grupos desde pequenos insetos aquáticos até moluscos e crustáceos, oferecendo uma oportunidade para explorar a riqueza e diversidade de formas de vida aquática (ESTEVES, 1998). Esses organismos desempenham papéis cruciais nesses ecossistemas, contribuindo para a dinâmica de nutrientes, fluxo de matéria e energia, e atuando em processos de decomposição (McCAFERTY, 1981; ESTEVES, 2011). Devido à sua ampla distribuição em lagos e riachos, os organismos bentônicos podem ser facilmente observados e utilizados como meios de sensibilizar os educandos sobre a biodiversidade aquática e sobre a importância da preservação dos recursos hídricos.

Assim, na educação ambiental, o uso dos organismos bentônicos pode ser empregado para a sensibilização dos educandos, em especial das crianças, permitindo uma abertura para discussões sobre a importância da preservação dos ecossistemas aquáticos. Neste contexto, o projeto Ciência em Sana utilizou recursos visuais relacionados a organismos bentônicos para o desenvolvimento de atividades de EA direcionadas a diversas faixas etárias. O presente relato descreve a experiência do educador no contexto da realização de atividades de educação ambiental no contexto escolar mediado por um projeto de extensão, o Ciência em Sana, e detalha a confecção dos materiais didático-pedagógicos desenvolvidos durante o período de execução do projeto.

Sobre o Projeto:

O projeto de extensão universitária Ciência em Sana nasceu da urgência em enfrentar a dualidade existente na Área de Proteção Ambiental (APA) do Sana, localizada no Sana, região serrana e 6º distrito do município de Macaé (RJ). Apesar do plano de manejo da unidade de conservação prever um uso sustentável da terra, as últimas décadas testemunharam o crescimento desordenado na região, desmatamento de algumas áreas, expansão da pecuária extensiva e práticas de turismo predatório (Plano de manejo da APA do Sana, 2003). De acordo com Magalhães *et al.* (2021), a região da bacia hidrográfica do Sana abriga 60% de uma densa floresta atlântica preservada e rios de boa qualidade, sendo assim uma área fundamental para a manutenção da biodiversidade e serviços ecossistêmicos

da região. Diante desse cenário, a equipe, composta por professor e estudantes da UFRJ, buscou promover ações que articulassem pesquisas científicas desenvolvidas no contexto da APA do Sana e educação ambiental. O principal enfoque do projeto visa aspectos da qualidade da água da bacia do Sana e os efeitos do uso e cobertura do solo na bacia hidrográfica, buscando conectar o conhecimento científico com a realidade dos moradores locais. Inspirados pela literatura de Paulo Freire, que enfatiza o papel da educação transformadora na formação de cidadãos ativos e socialmente engajados, e de Milton Santos, que discute as transformações nos territórios causadas pelo meio técnico-científico-informacional, a equipe do projeto Ciência em Sana delimitou o Colégio Municipal do Sana como centro das atividades (FREIRE, 1974; SANTOS, 1994). Isso permitiu que estudantes de diversas faixas etárias fossem o público-alvo das atividades, promovendo assim diferentes formas de diálogo entre os graduandos em biologia que compõem o projeto e os alunos locais. Mais ainda, o Colégio do Sana destaca-se um polo de discussões socioambientais na região, e os educando tornam-se vetores do conhecimento na realidade local. Desta forma, a realização do presente projeto no contexto escolar visa promover maior capilaridade entre a universidade e a comunidade local.

METODOLOGIA:

Área de Estudo

As ações do projeto foram desenvolvidas no Colégio Municipal do Sana, localizado na região serrana do município de Macaé (RJ). A escola localiza-se próximo aos córregos que compõem a sub-bacia do Rio Sana.

Seleção dos atores sociais

As oficinas e os temas propostos pelo projeto Ciência em Sana são facilmente adaptáveis para todas as faixas etárias, desde que realizados ajustes na abordagem de comunicação com o público participante. Inicialmente, o foco estava nas turmas de sexto ano do ensino fundamental, selecionados como público-alvo com base na semelhança das atividades com as temáticas abordadas nestas turmas. Segundo o currículo nacional, nesses anos escolares são abordados temas como bacia hidrográfica, ciclo hidrológico e relevos, temas norteadores do projeto. No entanto, ao longo dos encontros, a equipe notou a oportunidade de expandir a participação para alunos de outros segmentos, aproveitando a oficina de ciências promovida pela escola. Assim, inicialmente, as atividades foram direcionadas aos alunos de 11 e 12 anos, e mais tarde adaptadas para englobar estudantes a partir do segundo ano do ensino fundamental até o ensino médio.

Oficina Temática

As atividades da oficina são realizadas de forma sequencial e seguem uma ordem do macro ao micro. Iniciam-se com a apresentação do ciclo hidrológico, ressaltando-se a importância de cada etapa para o equilíbrio dinâmico dos ecossistemas. Em seguida, os alunos interagem com um modelo 3D da bacia hidrográfica do Sana, despejando água na maquete e observando o trajeto percorrido, no que são apresentados aos conceitos de montante e jusante e de bacias e sub-bacias hidrográficas. Uma dinâmica adicional envolve a identificação de córregos e rios locais na maquete, utilizando cores e relevos como guias. Esta dinâmica permite o engajamento dos alunos pois promove a autopercepção espacial no contexto da bacia hidrográfica. Posteriormente, os alunos participam de uma atividade prática sobre uso e ocupação da terra e erosão do solo, a fim de discutir processos de retenção de água e lixiviação em áreas vegetadas e desmatadas, evidenciando os impactos ambientais. Por fim, são apresentados os organismos utilizados como bioindicadores. Nesta etapa, são articulados conceitos como ciclo de vida, nomes científicos e populares, e curiosidades sobre

os organismos, conectando esses conceitos à importância da comunidade biótica na avaliação da qualidade dos ecossistemas aquáticos. A fim de aproximar a temática trabalhada com a realidade dos atores sociais envolvidos na dinâmica, todas as imagens de organismos bentônicos foram obtidas por coletas locais, proporcionando aos alunos uma visualização mais próxima da fauna de Mata Atlântica, presente em seu ambiente cotidiano. Essa aproximação com a realidade visa promover maior sensibilização aos educandos, estimulando assim o engajamento nas atividades propostas e priorizando a integração do aprendizado com a realidade local, seguindo assim o conceito de ensino-aprendizagem que valoriza a contextualização prática (SILVA *et al.*, 2008).

Confecção do microscópio:

Para a confecção do microscópio, foi inicialmente utilizada uma caixa de papelão com dimensões de 26 x 22 x 46 cm. No entanto, ao percebermos a fragilidade do papelão quando constantemente manuseado durante as atividades com os estudantes, optamos por aprimorar as estruturas utilizando placas de MDF, que são mais resistentes para o transporte e o uso em diferentes ações. Dentro de cada microscópio, foram dispostos dois tubos de PVC, medindo 20mm cada um. O primeiro tubo é posicionado na parte superior da caixa de MDF, enquanto o segundo é disposto na parte inferior. Uma lona contendo imagens dos organismos bentônicos previamente tomadas utilizando estereoscópio de alta resolução - Leica M205 FA da Unidade Integrada de Imagem do NUPEM/UFRJ é enrolada em formato de pergaminho e fixada nos tubos dentro da caixa. Adicionalmente, foi incluída uma luminária alimentada por pilhas do tipo AA de forma a destacar as imagens, facilitando a observação do material. O MDF foi pintado e decorado com representações dos organismos bentônicos feitas em uma máquina de recorte. Essa decoração tem o propósito de despertar a curiosidade dos alunos, incentivando-os a explorar o material no interior do microscópio. O uso deste material permite proporcionar uma experiência semelhante à observação de organismos reais sob um microscópio convencional, porém com maior acessibilidade e menores riscos logísticos e financeiros associadas ao transporte de microscópios tradicionais para as atividades de EA.

Os estudantes interagem com o microscópio girando os dois tubos simultaneamente, o que faz com que o “pergaminho de lona” se desenrole, permitindo a exploração das diferentes imagens dos organismos de forma interativa e imersiva. Na parte superior da caixa, estão acoplados dois cilindros de papel, permitindo que o público se posicione como se estivesse olhando através de um microscópio convencional. Isso facilita a visualização das imagens dentro da caixa.

Ao longo das atividades, se fez necessário a confecção de mais alguns microscópios, resultando na disponibilidade de três desses materiais para uso. Cada microscópio foi preparado com imagens separadas de acordo com as características dos organismos bentônicos. Dessa forma, as imagens foram classificadas em três grupos: sensíveis, tolerantes e resistentes a alterações ambientais.

Figura 1: A imagem a seguir exemplifica a fase de concepção inicial do microscópio didático, evoluindo para sua construção em MDF, com destaque para os materiais empregados, pintura aplicada e o resultado final alcançado.



Apresentação do material:

Durante a exposição do material didático aos alunos, questões fundamentais são levantadas para promover uma reflexão crítica sobre a qualidade da água, tais como: “como determinar se a água é adequada para banho?” ou “como distinguir entre água de boa e má qualidade?”. À medida que os estudantes interagem e respondem a essas perguntas, os organismos bentônicos são introduzidos como indicadores da qualidade da água em corpos hídricos. Espécies como libélulas (Odonata), caracóis (Mollusca), minhocas-d’água (Oligochaeta) e efemérides (Ephemeroptera) são apresentadas aos alunos através dos microscópios didáticos, demonstrando como esses organismos podem ser utilizados como indicadores de qualidade da água.

Por meio das imagens apresentadas, são destacados quais grupos indicam ambientes altamente e moderadamente poluídos, bem como aqueles que estão em melhor estado de conservação. Os alunos são incentivados a relacionar essas informações com os corpos hídricos presentes nos arredores de sua comunidade, como no riacho próximo à escola ou no rio principal do Sana, no intuito de fazer com que eles pensem sobre a presença desses organismos e a qualidade desses ecossistemas. A presença desses materiais didáticos pedagógicos torna o processo de aprendizagem mais dinâmico e interativo, proporcionando atividades lúdicas que estimulam o engajamento dos alunos em um ambiente educativo. De acordo com Reigota (2012), iniciativas de educação ambiental, como as desenvolvidas pelo projeto, contribuem para o processo de democratização do ensino, não apenas no contexto escolar, mas também na sociedade em geral.

CONCLUSÃO

A proposta das atividades com os organismos bentônicos engajou os alunos, de modo que filas eram formadas para que todos pudessem visualizar as imagens, fato que impulsionou o desenvolvimento de mais microscópios para conseguirmos lidar com a demanda. Durante esta etapa, comumente se ouviam comentários dos alunos sobre as características dos animais; alguns achavam engraçados, diferentes, ao passo que outros falavam abertamente que os organismos eram feios e tinham nojo ao observá-los. Ao ouvirmos esses últimos comentários, prontamente iniciamos diálogos com os alunos, retomando a ideia da importância desses organismos e explicando que as características visuais dos mesmos são fortemente relacionadas ao seu estilo de vida, o que provocou novos diálogos. Tais co-

mentários, positivos e/ou negativos, nutriam ainda mais a curiosidade dos alunos sobre os organismos e estimulavam mais discussões a respeito do assunto.

Assim, desenvolvimento das diferentes temáticas propostas pelo projeto, mais especificamente, a de invertebrados bentônicos, promoveu um ambiente dinâmico aos educadores, possibilitando aos mesmos a criação de diferentes canais de diálogos com os alunos, especialmente, se tratando, da realidade local destes estudantes que estão inseridos em uma comunidade em que possuem contato direto com os temas trabalhados em sua forma teórica. Assim, ao trabalharmos com a realidade local dos estudantes, promovemos aos mesmos um ambiente acessível para a visualização dos assuntos desenvolvidos, bem como para a aplicação desse conhecimento gerado no seu dia a dia. Compreendendo a importância da educação ambiental aplicada a todos e quaisquer grupos sociais, buscamos que tal feito seja realizado pelo projeto, no entanto, consideramos as crianças e adolescentes como grupos que carecem de maior atenção, uma vez que estas estão passando pelo processo de desenvolvimento psicocognitivo, e assim podem, através de ações de sensibilização ambiental, desenvolver um olhar acolhedor a essas questões.

Assim, as perspectivas futuras para incremento desta atividade são coletar organismos bentônicos na região serrana de Macaé e utilizar a prática de incrustação, técnica que consiste em preservar o organismo em resina, a fim de obter exemplares desta fauna que possam ser apresentados ao público, de modo que nos dias das ações, os ouvintes possam manipulá-los, observando suas características e seus tamanhos em escalas reais. Ferreira (2000) afirma que o uso desse modelo didático é um substituto para o sacrifício de animais em maior número nas salas de aula, facilitando o aprendizado de conteúdos científicos e a conscientização do respeito à vida animal.

Referências Bibliográficas

BENITES, M. & MAMEDE, S. B. Mamíferos e Aves como instrumentos de educação e conservação ambiental em corredores de biodiversidade do Cerrado, Brasil. *Mastozoología Neotropical*, 15(2):261-271, 2008.

CALLISTO, M.; MORETTI, M.; GOULART, M. Macroinvertebrados Bentônicos como Ferramenta para Avaliar a Saúde de Riachos. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 6, n. 1, p. 71-82, 2001.

CAMPOS, L. M. L., & DA SILVA DINIZ, R. E. A prática como fonte de aprendizagem e o saber da experiência: o que dizem professores de Ciências e de Biologia. *Investigações em Ensino de Ciências*. São Paulo, 2016, v6(1), pp.79-96, 2001. Disponível em: <<https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/587>> Acesso: 24 mar. 2024.

COSTOLDI, R.; POLINARSKI, C.A. Utilização de recursos didático- pedagógicos na motivação da aprendizagem. *Simpósio internacional de ensino e tecnologia*, v. 1, 2009, p. 684-69.

ESTEVES, F.A. *Fundamentos de Limnologia*. 2º ed. Rio de Janeiro: Ed. Interciência/FINEP, 1998. 602 p.

ESTEVES, F.A. *Fundamentos de Limnologia*. 3ª ed. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2011. 826 p.

DA COSTA, S. S. C., & MOREIRA, M. A. Resolução de problemas II: propostas de metodologias didáticas. *Investigações em ensino de ciências*. Rio Grande do Sul, 2016, v 2(1), 5-26, 1997. Disponível em: <<https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/649>>. Acesso em: 27 mar. 2024

DA SILVA, A. M. T. B., METTRAU, M. B., & BARRETO, M. S. L. O lúdico no processo de ensino-aprendizagem das ciências. *Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos*. Brasília, v. 88, n. 220, 2007. p. 445-458.

FERREIRA, L. H. A produção de material didático em poliéster para Ciências e Matemática. O desafio de ensinar Ciências no Século XXI. São Paulo: EdUSP, 2000.

FRANÇA, J. S & CALLISTO, M. Macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores de qualidade de água: experiências em educação ambiental e mobilização social. *Revista Extensão*. Minas Gerais, v2 (1) , 197- 205, 2004.

FRANÇA, J. S. Monitoramento participativo de rios urbanos por estudantes-cientistas. 1. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2019. 144 p.

FRANTZ, C. M. & MAYER, F. S.; The importance of connection to nature in assessing environmental education programs. *Studies in Education Evaluation*, v41, 85-89. 2014.

FREIRE, P. *Pedagogia do oprimido*. 79 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1974. 256 p.

JACOBI, P. R. Educação Ambiental: o desafio da construção de um pensamento crítico, complexo e reflexivo. *Educação e Pesquisa*, São Paulo, v. 31, n. 2, 2005. p. 233-250.

MAGALHÃES, S. F. C. DE *et al.* Influence of land cover, catchment morphometry and rainfall on water quality and material transport of headwaters and low-order streams of a tropical mountainous watershed. *Catena*, v. 213, 2022.

MARQUES, M. L. A. P.; SILVA, A. F.; ARAÚJO, J. E. Q.; QUEIROZ, T. H. S.; ALMEIDA, I. D. A.; MARINHO, A. A.; A Educação Ambiental na formação da consciência ecológica. *Ciências exatas e tecnologia*. Maceió, 1(1), 2014. p 11-18.

McCAFFERTY, P.W. *Aquatic Entomology. The Fisherman's and Ecologists' Illustrated. Guide to Insects and Their Relatives*. Jones and Bartlett Publishers, Boston, 1981.

PMM - PREFEITURA MUNICIPAL DE MACAÉ (PMM). Secretaria Municipal de Ambiente. Plano de Manejo da APA do Sana - fase 1. Macaé, ONG Viva Rio, Rio de Janeiro, 2003. Disponível em: plano de manejo Sana (macae.rj.gov.br). Acesso em: 28 mar. 2024.

PANIAGUA, C. E. Meio ambiente e sustentabilidade: formação interdisciplinar e conhecimento científico. 2ª ed. Ponta Grossa, Paraná: Editora Atena, 2022. 29 p.

RUFINO, Bianca; CRISPIM, Cristina. Breve resgate histórico da Educação Ambiental no Brasil e no mundo. 2015. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 6, 2015, Porto Alegre, RS. Anais - Congressos Brasileiros de Gestão Ambiental. São Paulo: Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais (IBEAS), 2015.

SANTOS, M. Técnica, espaço, tempo - Globalização e meio técnico-científico informacional. 1. ed. São Paulo: Editora HUCITEC, 1994. p. 190.

SOUZA, S.E. O uso de recursos didáticos no ensino escolar. I Encontro de Pesquisa em Educação. *Arq. Mudi*, 11 (Supl.2), 2007. p. 10-4

EFEITO DO POUSIO DA PASTAGEM SOBRE A CAPACIDADE DE INFILTRAÇÃO DE ÁGUA NO SOLO

André Leonardo Tavares Paula¹, Elias Fernandes de Sousa², Vicente de Paulo Santos de Oliveira³, Jader Lugon Junior⁴

¹ Instituto Federal Fluminense, e-mail: andre.leonardo@gsuite.iff.edu.br;

² Universidade Estadual do Norte Fluminense, e-mail: sousa.elias.fernandes@gmail.com;

³ Instituto Federal Fluminense, e-mail: vicentepsoliveira@gmail.com;

⁴ Instituto Federal Fluminense, e-mail: jljunior@iff.edu.br.

RESUMO

A influência da cobertura vegetal sobre os serviços ambientais do solo tem sido estudada com foco na resiliência do ambiente a eventos extremos de precipitação e estiagem. A Região Hidrográfica IX-RJ sofre um intenso processo de degradação do solo, principalmente nas áreas de morro onde a pastagem está degradada. Os planos de recuperação de mananciais dos comitês de bacia hidrográfica necessitam de estudos regionais mais precisos sobre a influência da cobertura vegetal. Neste contexto, o objetivo desta pesquisa é avaliar o efeito do pousio da pastagem sobre a capacidade de infiltração de água do solo. Para isso uma encosta com pastagem degradada foi isolada do acesso do gado (pousio) por um ano, após este período o acúmulo de pasto foi roçado para formar uma camada de proteção junto ao solo. Seguiu-se com o pastejo controlado pela altura do pasto caracterizando a área de Pastagem Recuperada (PR). O escoamento superficial foi coletado tanto na PR como na área testemunha com Pastagem Degradada (PD), a qual manteve o pastejo contínuo do gado. A Velocidade de Infiltração Básica (VIB) estimada na PD foi de 43mm/h enquanto a VIB na PR não foi atingida com a intensidade máxima de precipitação de 97,2mm/h. Os resultados podem trazer uma alternativa ágil para o enfrentamento das mudanças climáticas e fundamentar planos de recuperação de mananciais e ações de redução da pegada hídrica de empresas.

Palavras-chave: Serviços ambientais, Conservação do solo e da água, Recarga hídrica, Cobertura vegetal, Manejo de pastagens.

INTRODUÇÃO

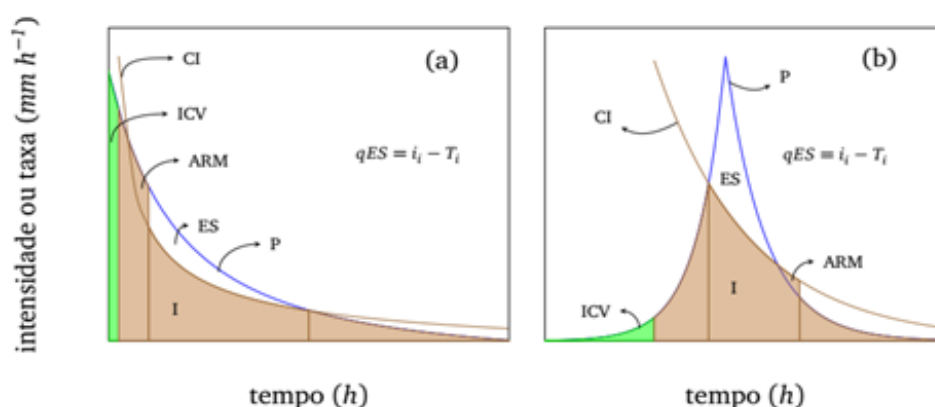
UNESCO (2018) destacou o favorecimento da cobertura vegetal como uma solução baseada na natureza (SbN) para aumentar a infiltração de água no solo. UNESCO (2021) considera o solo e seus serviços ecossistêmicos como uma infraestrutura natural, a qual deve ser mantida, gerenciada e valorada. A Agenda global 2030 é um compromisso assumido por líderes de 193 países no ano de 2015. Envolve 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). O favorecimento da cobertura vegetal está relacionado com o ODS 15, meta 1 “reverter a degradação da terra, assegurar a conservação, recuperação e uso sustentável de ecossistemas terrestres”, assim como o ODS 6, meta 6, “proteger e restaurar ecossistemas relacionados com a água” e ODS 13, meta 1, “Reforçar a resiliência a riscos relacionados ao clima e às catástrofes naturais”.

A vegetação, seja floresta ou pasto, tem um papel fundamental na dinâmica da água no solo. Acima do solo, protege contra o impacto das gotas de chuva, intercepta parte da água e reduz a erosividade do escoamento superficial. (Tucci, 1997). Na camada superficial do solo, as raízes e a matéria orgânica das plantas contribuem para a formação de agregados estáveis aumentando a resistência do solo à erosão. (Torri e Poesen, 2014). Em profundidade, a infiltração da água no solo é favorecida por caminhos preferenciais criados pelo crescimento intermitente das raízes e pelo aumento da

atividade microbiana e de insetos no solo. (Gyssels *et al.*, 2005).

A dinâmica da água no solo foi descrita por PRUSKI *et al.* (2001) envolvendo os seguintes componentes: Interceptação pela Cobertura Vegetal (ICV), Capacidade de Infiltração (CI), Precipitação (P), Armazenamento de água na superfície do solo (ARM), Escoamento Superficial (ES), Precipitação (P) e Lâmina Infiltrada (I).

Figura 1: Relação entre os componentes associados ao balanço hídrico no solo.



Fonte: PRUSKI *et al.*(2001)

A Capacidade de Infiltração (CI) e a Velocidade de Infiltração Básica (VIB) são geralmente determinadas com testes de infiltração no campo com um duplo anel, conforme proposto por Burgy e Luthin (1956). Entretanto, este método não envolve os componentes do balanço hídrico ICV e ARM, os quais são importantes para estimar o efeito da cobertura vegetal. Ademais, a CI depende da umidade inicial do solo, dificultando a comparação de duas áreas que podem ter diferenças na umidade do solo.

A infiltração de água no solo pode ser estimada por meio de modelos como a equação de Richards (1939). Nesta equação, a condutividade hidráulica e tensão de água no solo são fundamentais e têm uma relação não linear com a umidade do solo, aumentando as incertezas quando a umidade do solo não é bem determinada. Além disso, o uso deste modelo depende da curva de retenção de água no solo, a qual pode ser estimada com base na composição granulométrica e na densidade do solo utilizando o método Roseta (Schaap *et al.*, 2001). As incertezas combinadas destes processos envolvidos na estimativa da infiltração de água no solo tendem a ser maiores do que o necessário para identificar um efeito da cobertura vegetal na capacidade de infiltração de água no solo.

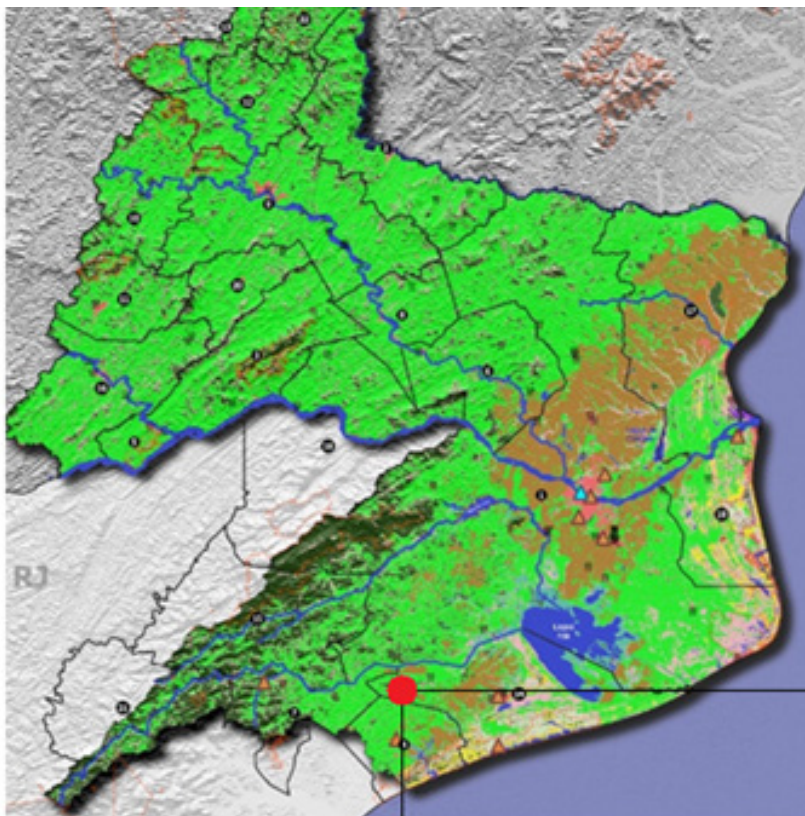
Por outro lado, a medição direta do Escoamento Superficial (ES) em condição de chuva real possibilita uma avaliação mais precisa do efeito da cobertura vegetal na dinâmica de infiltração de água no solo. Silva e Kato (1998), avaliaram a VIB em Latossolo Vermelho Amarelo com um simulador de chuva. Eles identificaram valores médios de 61,3 mm/h para o solo nu e 76,3mm/h para o solo com uma camada de palha sem vegetação, detectando o efeito da palhada sobre o selamento superficial causado pelas gotas de chuva.

Embora os valores de ES variem conforme a intensidade da precipitação e a umidade do solo, ele pode ser utilizado para estimar a VIB. O objetivo deste trabalho foi estimar o efeito do pousio da pastagem sobre a capacidade de infiltração de água no solo com base na medição direta do escoamento superficial em uma chuva real.

METODOLOGIA

O experimento está localizado no município de Conceição de Macabu, na Região Hidrográfica IX do Estado do Rio de Janeiro (RH-IX), na qual a pastagem cobre mais de 70% do território (Figura 2).

Figura 2: Predominância da pastagem (em verde claro) e localização do experimento na RH-IX.



Fonte: <http://salademonitoramento.cbhbaixoparaiba.org.br/>

O tratamento consistiu no pousio (impedimento de acesso do gado) por um ano, o qual foi realizado em uma parte de uma encosta com pastagem degradada com *Brachiaria Marandu* em uma área de topo de morro com solo classificado como latossolo Vermelho-Amarelo. Após este período, o pasto acumulado foi roçado para formar uma camada de proteção junto ao solo conforme a Figura 3. A partir deste momento os animais só tiveram acesso ao pasto quando ele estava com altura acima de 30 cm. Este tratamento foi denominado Pastagem Recuperada (PR). Na mesma encosta foi mantida uma área testemunha, com o manejo extensivo do gado, denominada como Pastagem Degradada (PD).

Para medir o escoamento superficial foram utilizados dois coletores fixados ao solo. Cada coletor consiste em uma canaleta construída com uma barra de aço dobrada no formato de um quadrado. Em um dos vértices do quadrado é coletada a água escoada conforme a figura 4.

Figura 3: Roçada da pastagem acumulada para formação da camada de palha.



Fonte: Autores

Figura 4: Barreira de contenção para coleta do escoamento superficial na PD.



Fonte: Autores

Os tratamentos PD e PR foram comparados supondo que a CI alcançou a VIB no início do ES. A VIB é então calculada considerando que o somatório do saldo entre a Intensidade de Precipitação (IP) e a VIB deve corresponder ao ES. Este cálculo é feito por otimização utilizando a função Solver do software Excel para a equação 1.

$$ES = \sum IP - VIB$$

equação 1

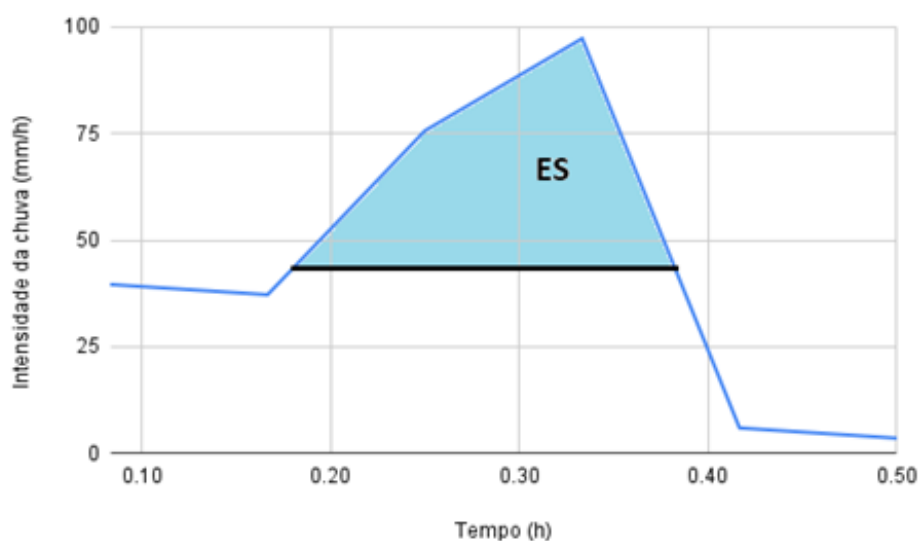
RESULTADOS

A precipitação no dia 30 de novembro de 2023 foi monitorada a cada 5 minutos com o uso de uma estação automática no local do experimento. O total da precipitação foi de 21,6mm, a qual gerou um escoamento superficial coletado de 8,7mm na Pastagem Degradada (PD) e 0,1mm na Pastagem Recuperada (PR). Os dados de intensidade de precipitação na tabela 1 deram origem ao gráfico da figura 5. A otimização realizada pela função Solver do Excel resultou no valor da VIB de 43mm/h. Com este valor foi possível gerar os dados da coluna 4 (ES) para cada período, correspondendo ao somatório coletado de 8,7mm. O valor de 0,1 mm coletado para o ES na PR sugere que o valor da VIB está acima da intensidade de precipitação máxima observada (97,2 mm/h). A VIB de 43mm/h para a PD está abaixo dos valores obtidos por Silva e Kato (1998) ao avaliarem a VIB um Latossolo Vermelho Amarelo com um simulador de chuva, possivelmente devido à compactação do solo causada pelo gado. Eles identificaram valores médios de 61,3 mm/h para o solo nu e 76,3mm/h para o solo coberto com palha sem vegetação.

Tabela 1: Valores de precipitação e intensidade de precipitação coletados, e ES calculado.

Tempo (h)	Precipitação (mm)	Intensidade (mm/h)	ES (mm)
0.08	3.3	39.6	0.0
0.17	6.4	37.2	0.0
0.25	12.7	75.6	3.3
0.33	20.8	97.2	5.4
0.42	21.3	6	0.0
0.50	21.6	3.6	0.0
			8.7

Figura 5: Variação da intensidade da precipitação e escoamento coletado na PD.



CONCLUSÃO

Foi possível concluir que o pousio da pastagem teve um efeito positivo na redução do escoamento superficial. No entanto, para uma estimativa mais precisa da VIB é necessário um número maior de medições.

A prática conservacionista descrita neste trabalho se apresenta como uma alternativa para recuperação de áreas degradadas, seja para restauração do potencial produtivo ou para melhoria das condições de solo para a restauração florestal.

Agradecimentos

Agradecimentos a FAPERJ, CAPES e CNPq.

Referências bibliográficas

BURGY, R.; LUTHIN, J. A test of the single- and double-ring types of infiltrometers. *Eos, Transactions American Geophysical Union*, v. 37, p. 189-192, 1956. DOI: 10.1029/TR037I002P00189.

GYSSELS G, POESEN J, BOCHET E, LI Y. Impact of plant roots on the resistance of soils to erosion by water: a review. *Progress in Physical Geography: Earth and Environment*. 2005;29(2):189-217. doi:10.1191/0309133305pp443ra

PRUSKI, F. F.; RODRIGUES, L. N.; SILVA, D. D. **Modelo hidrológico para estimativa do escoamento superficial em áreas agrícolas**. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 5, n. 2, p. 301-307, 2001.

RICHARDS, L. A. Soil Moisture Content Calculations from Capillary Tension Records. *Soil Science Society of America Journal*, v. 3, p. 57-64, 1939. DOI: 10.2136/SSSAJ1939.036159950003000C0011X.

SILVA, L.C.; KATO, E. Avaliação de modelos para a previsão da infiltração de água em solos sob cerrado. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v. 33, n. 7, p. 1149-1158, 1998.

TORRI, D. & POESEN, J. 2014. A review of topographic threshold conditions for gully head development in different environments. *Earth-Science Reviews*, 130: 73-85.

TUCCI, Carlos & Clarke, Robin. (1997). Impacto das mudanças da cobertura vegetal no escoamento: Revisão. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*. 2. 10.21168/rbrh.v2n1. p. 135-152.

UNESCO (2018). United Nations World Water Development Report - WWDR. <https://www.unwater.org/publications/world-water-development-report-2018>

UNESCO (2021). United Nations World Water Development Report - WWDR. <https://www.unwater.org/publications/un-world-water-development-report-2021>

ENQUADRAMENTO DE CORPOS D'ÁGUA INSERIDOS EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DE PROTEÇÃO INTEGRAL: UMA PERSPECTIVA PARA O ERJ

Renata Fernandes Teixeira; Raquel Emerick Pereira Mencarini; Leonardo Fidalgo Telles Rodrigues

¹Instituto Estadual do Ambiente - INEA / GERAGUA, e-mail: renatateixeira23@gmail.com

²Instituto Estadual do Ambiente - INEA/GERAGUA, e-mail: raquelemerick.inea@gmail.com

³Instituto Estadual do Ambiente - INEA / GERQUALI e-mail: fidalgoleo@gmail.com

RESUMO

Este artigo analisa a implementação do enquadramento dos corpos de água em classes, conforme estabelecido pela Política Nacional de Recursos Hídricos, no Estado do Rio de Janeiro, com foco nos trechos de rios que cruzam Unidades de Conservação de Proteção Integral (UCs de PI), previamente classificados como classe especial pela Resolução CONAMA n° 357/2005. O objetivo é avaliar a viabilidade e eficácia dessa abordagem, visando tornar o processo de enquadramento mais eficiente e econômico. Um dos pontos centrais da investigação é se o enquadramento para classe especial pode ser estendido a todo o território das UCs de PI, explorando um gap científico relevante nesse contexto de gestão hídrica. Os resultados revelam que aproximadamente 8% dos cursos d'água totais do estado estão dentro das UCs de PI e podem ser enquadrados como classe especial, de acordo com a Resolução CONAMA n° 357/2005. Este estudo sugere que a aplicação do enquadramento nessas áreas pode oferecer uma estratégia promissora para agilizar e tornar mais econômico o processo de gestão dos recursos hídricos, proporcionando uma base sólida para futuras pesquisas e políticas de conservação ambiental. Para tal, são propostos critérios relacionados à caracterização prévia do corpo hídrico e à sua origem, assim como a realização do monitoramento para acompanhamento da qualidade de água, de forma a se garantir a manutenção de suas condições naturais.

Palavras-Chaves: Unidades de Conservação, Proteção Integral, Enquadramento, Corpos d'água, Classe Especial.

INTRODUÇÃO

A gestão dos recursos hídricos é essencial para garantir a qualidade e a disponibilidade da água, atendendo aos diversos usos a que se destina. O enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água, é um instrumento de gestão dos recursos hídricos estabelecido pela Política Nacional de Recursos Hídricos, a qual foi instituída pela Lei n° 9.433/1997, com o objetivo de: “I - assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas; II - diminuir os custos de combate à poluição das águas, mediante ações preventivas permanentes” (Capítulo IV, Seção II, Art. 9°) (BRASIL, 1997). Além destes propósitos, a Lei Estadual n° 3.239/1999, que institui a Política Estadual de Recursos Hídricos, acrescenta que este instrumento visa “estabelecer as metas de qualidade da água, a serem atingidas”, conforme o Inciso III do Artigo 16 (ESTADO DO RIO DE JANEIRO, 1999).

Levando em consideração a Resolução CONAMA¹ n° 357/2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, a mesma define este instrumento de gestão de recursos hídricos como o “estabelecimento da meta ou objetivo de qualidade da água (classe) a ser, obrigatoriamente, alcançado ou mantido em um segmento de corpo de água, de acordo com os usos preponderantes pretendidos, ao longo do tempo” (CONAMA, 2005). Ou seja, trata-se de um

¹ Conselho Nacional do Meio Ambiente

instrumento de planejamento que permite, por meio de um diagnóstico da situação atual do corpo hídrico (“o rio que temos”), juntamente com os objetivos a serem alcançados no que tange aos níveis de qualidade que deveriam possuir para atender aos usos pretendidos (“o rio que queremos”), estabelecer metas temporais para atingimento das condições que de fato são possíveis de serem obtidas (“o rio que podemos ter”). Tal arranjo envolve diversos atores como as agências de água ou entidades delegatárias, órgãos ambientais e de recursos hídricos, Comitês de Bacia Hidrográfica (CBH’s) e seus respectivos conselhos de recursos hídricos, que entre si pactuam uma proposta de enquadramento que possibilite o atingimento de um cenário que satisfaça às necessidades de uso da sociedade (BRASIL, 1997; ANA, 2020).

A Resolução CNRH² n° 91/2008 estabelece em seu Artigo 3º os procedimentos gerais para o enquadramento de corpos d’água superficiais e subterrâneos, devendo a proposta ser desenvolvida em conformidade com o Plano de Recursos Hídricos da bacia hidrográfica, contemplando as etapas de diagnóstico, prognóstico, propostas de metas relativas às alternativas de enquadramento e programa para efetivação (CNRH, 2008). Tal processo requer tempo considerável e vultuosos gastos para sua concepção, sendo estes os principais fatores responsáveis pela incipiente implementação deste importante instrumento de gestão de recursos hídricos no Estado do Rio de Janeiro (ERJ).

De acordo com o Artigo 17 da Política Estadual de Recursos Hídricos, “os enquadramentos dos corpos de água, nas respectivas classes de uso, serão feitos, na forma da lei, pelos CBH’s e homologados pelo CERHI³, após avaliação técnica pelo órgão competente do Poder Executivo” (ESTADO DO RIO DE JANEIRO, 1999). Nesse sentido, o CBH Guandu realizou o enquadramento de 24 trechos de corpos hídricos de sua bacia hidrográfica cujos usos preponderantes são o abastecimento público e a preservação de ambientes aquáticos em unidades de conservação, sendo o único a implementar este instrumento em rios de domínio estadual no ERJ (CERHI-RJ, 2014; COMITÊ GUANDU, 2014; ALMEIDA & FERNANDES, 2018). O CBH Médio Paraíba do Sul também possui trechos de rios em seu território, porém todos de domínio federal, nos quais o instrumento de gestão em tela foi instituído pelo Ministério do Interior através da Portaria GM n° 086/1981 (BRASIL, 1981; ALMEIDA & FERNANDES, 2018). Os demais CBH’s do ERJ desenvolveram apenas propostas técnicas de enquadramento no Plano de Bacia de suas respectivas regiões hidrográficas, com exceção do CBH Piabanha, que recentemente aprovou as Resoluções n° 83 e 84 (atualmente em análise pelo INEA⁴ para posteriormente serem submetidas à homologação do CERHI), nas quais os trechos dos rios inseridos na área das UCs de PI Reserva Biológica Estadual de Araras e Parque Natural Municipal Montanhas de Teresópolis, respectivamente, foram enquadrados como classe especial de uso e conservação, conforme preconizado pela Resolução CONAMA n° 357/2005 (COMITÊ PIABANHA, 2023a; COMITÊ PIABANHA, 2023b).

O SNUC⁵, regulamentado pela Lei n° 9.985, de 18 de julho de 2000, define uma Unidade de Conservação como um

espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo 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” (BRASIL, 2000).

Existem duas categorias principais de Unidades de Conservação: Proteção Integral e Uso Sustentável, sendo claramente definidos pela legislação os propósitos e limites para cada tipo de uso, assegurando

2 Conselho Nacional de Recursos Hídricos

3 Conselho Estadual de Recursos Hídricos

4 Instituto Estadual do Ambiente do Rio de Janeiro

5 Sistema Nacional de Unidades de Conservação

a implementação de medidas específicas para a proteção efetiva do meio ambiente e a promoção da sustentabilidade. O objetivo primordial de uma UC de PI, objeto deste estudo, é preservar a natureza, permitindo apenas o uso indireto de seus recursos naturais. Isso implica a não realização de atividades que envolvam consumo, coleta, dano ou destruição dos recursos naturais, salvo nos casos expressamente previstos na Lei nº 9.985/2000. No âmbito deste trabalho, a observância destas medidas de proteção e gestão garantem a manutenção da qualidade das águas dos trechos de rios enquadrados como classe especial nestas UCs de PI.

A fim de promover a evolução da implementação do enquadramento dos corpos hídricos do ERJ, este artigo propõe a análise da aplicação deste instrumento nos trechos de rios que estão inseridos nas UCs de PI em todo o território fluminense, uma vez que já são previamente definidos como classe especial pela Resolução CONAMA nº 357/2005 em seu Artigo 4º (inciso I, alínea c), de forma a tornar este processo mais célere e menos dispendioso, explorando assim um *gap* científico relevante nesse contexto de gestão hídrica.

METODOLOGIA

A metodologia foi iniciada pela elaboração do mapa, que se tornou a base fundamental para a análise do espaço geográfico em questão. Essa abordagem estruturada envolveu a seleção criteriosa de ferramentas e técnicas de geoprocessamento. Utilizando-se o software *ArcMap 10.4*, adotaram-se as seguintes etapas:

Aquisição de Dados:

- Coleta dos dados das Unidades de Conservação municipal, estadual e federal, provenientes das fontes ICMS Ecológico⁶, INEA e ICMBio⁷, respectivamente, todos com escalas mescladas;
- Aquisição dos dados dos cursos d'água adaptados do CEPERJ⁸ em uma escala de 1:450.000;

Pré-processamento de Dados:

- Importação e organização dos dados no formato adequado para o ArcMap;
- Verificação e correção de possíveis inconsistências nos conjuntos de dados;

Criação de Máscaras:

- Utilização das ferramentas de geoprocessamento para criar máscaras das áreas de proteção integral das Unidades de Conservação de cada instância (municipal, estadual e federal).

Cruzamento de Dados:

- Aplicação da ferramenta de intersecção para identificar as áreas onde os cursos d'água se sobrepõem às UCs de PI.

6 Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços Ecológico

7 Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

8 Centro Estadual de Estatísticas, Pesquisas e Formação de Servidores do Rio de Janeiro

Cálculo da Extensão do Curso D'água:

- Utilização da ferramenta de geoprocessamento para calcular o comprimento total do curso d'água dentro das áreas de proteção integral.

Análise de Percentual:

- Determinação do percentual do comprimento total do curso d'água que está contido nas unidades de conservação em relação ao ERJ.

Ao empregar o *ArcMap 10.4*, garantiu-se uma abordagem geoespacial robusta para analisar a interseção entre os cursos d'água e as unidades de conservação, oferecendo uma visão aprofundada e precisa sobre o contexto ambiental no ERJ. Dessa forma, o enfoque integrado entre a legislação ambiental vigente, especialmente a Resolução CONAMA nº 357/2005, e a aplicação prática no mapeamento permitiu estabelecer um sólido embasamento teórico-metodológico para a investigação em questão. Essa fusão de conhecimento teórico e prático proporcionou uma visão ampla para a análise do espaço geográfico, garantindo uma abordagem interdisciplinar e embasada na compreensão das interações entre os cursos d'água e as unidades de conservação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

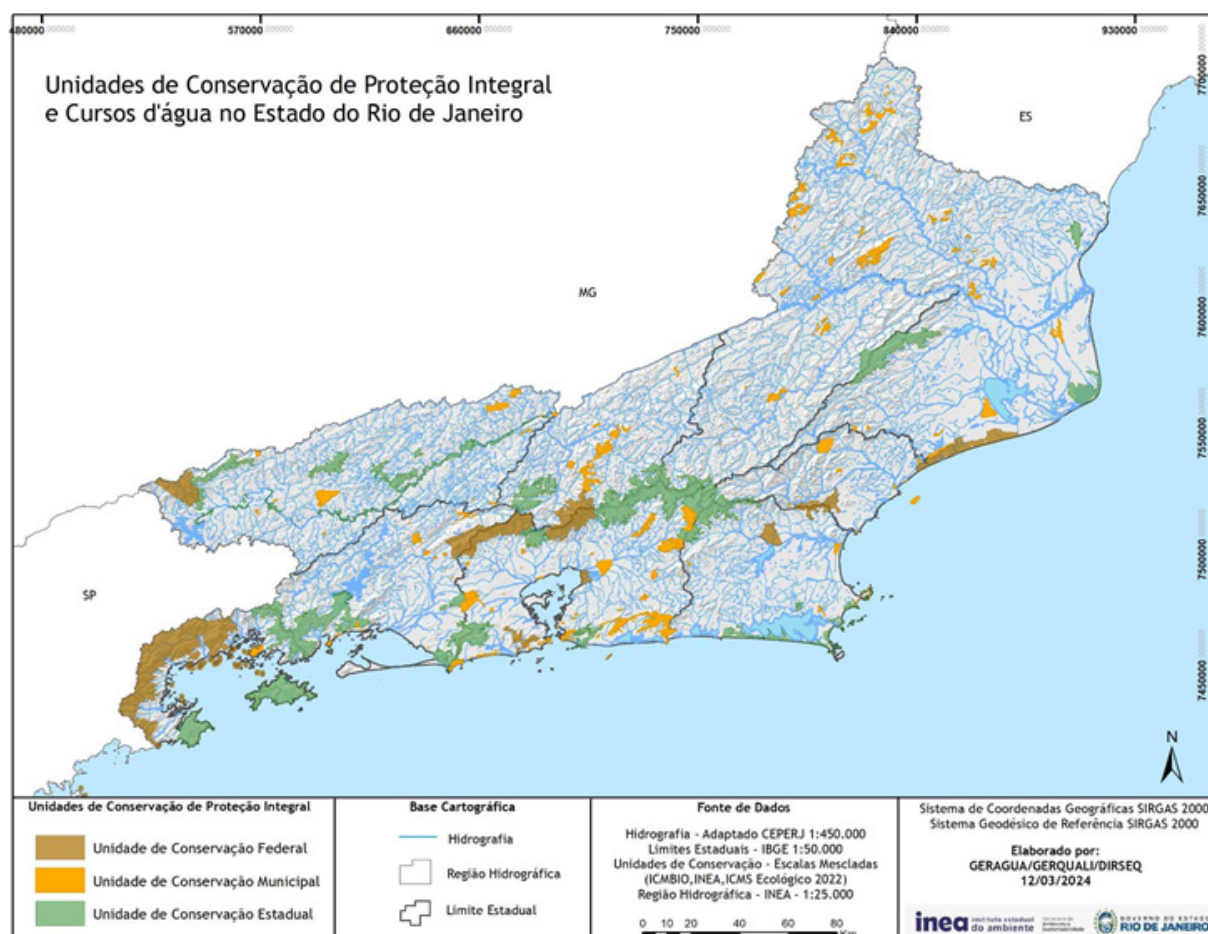
Os resultados analisados trazem um panorama geral do ERJ, assim como a espacialização dos dados geoespaciais levantados. Posterior ao cruzamento dos dados foi desenvolvido o mapa da figura 1, que apresenta a distribuição espacial das UCs de PI em três esferas governamentais (federal, estadual e municipal) e destaca os cursos d'água presentes em seu interior. Após a análise dos dados no *software ArcGIS*, foi constatado que há 176 UCs de PI municipais, 24 estaduais e 150 federais. Em relação à malha hidrográfica do ERJ, que compreende 3.325 cursos mapeados em uma escala de 1:450.000, foram identificados 633 cursos d'água recortados dentro dessas UCs de PI.

É importante ressaltar que, ao somar a extensão dos cursos d'água em quilômetros, considerando a não contiguidade contínua do shapefile de vetor de linha, o total foi obtido pela soma das partes. Nesse contexto, o ERJ apresenta uma extensão total de 17.644,67 km de cursos d'água, enquanto dentro das UCs de PI, o total é de 1.478,10 km. Essa proporção representa aproximadamente 8% dos cursos d'água totais no estado, que poderiam ser enquadrados como classe especial de acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005. Essa classificação indica a relevância desses cursos d'água dentro das UCs de PI, destacando sua importância para a preservação ambiental, a qualidade da água no interior dessas unidades e o cumprimento das diretrizes estabelecidas pela legislação ambiental.

No entanto, uma etapa fundamental do processo de enquadramento como classe especial das águas doces destinadas à preservação de ecossistemas aquáticos inseridos nas UCs de PI é a discussão sobre o monitoramento prévio da qualidade de água, a fim de se conhecer as condições naturais do corpo hídrico, as quais, conforme disposto no Artigo 13 da Resolução CONAMA nº 357/2005, deverão ser mantidas (CONAMA, 2005). Para tal, seria importante a realização de ao menos duas pré-campanhas de amostragem, que considerassem a sazonalidade (períodos seco e chuvoso) e um escopo mínimo de parâmetros físico-químicos, biológicos e microbiológicos, que neste caso poderia ser executado de acordo com o quantitativo definido para a Rede Nacional de Monitoramento da Qualidade de Água (RNQA) da ANA⁹ (ANA, [s.d.]).

9 Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico

Figura 1: Mapa das Unidades de Conservação municipais, estaduais, federais de proteção integral e cursos d'água no Estado do Rio de Janeiro.



Fonte: Elaborado pela autora Renata Fernandes Teixeira em 12/03/2024.

Embora a Resolução CONAMA nº 357/2005 não estabeleça padrões de qualidade para classe especial, esta por definição “se destina aos usos que requerem o melhor nível de qualidade de água e é a mais restritiva a atividades humanas que possam interferir em sua qualidade” (CONAMA, 2005). Depreende-se, assim, que é importante que não haja um elevado grau de desvio das concentrações dos parâmetros em relação aos padrões estabelecidos para águas doces de classe 1, de forma a garantir que as condições naturais do corpo hídrico atendam a um padrão mínimo de qualidade da água nas UCs de PI. Após o enquadramento, a fim de se garantir a manutenção da qualidade da água desses trechos de rios, deverá ser realizado um monitoramento sistemático com frequência mínima trimestral e que atenda minimamente à sazonalidade temporal, contemplando-se os mesmos parâmetros avaliados na etapa de amostragem preliminar.

É importante observar que para enquadramento destes corpos hídricos como classe especial não deve haver, a montante da UC de PI, interferências antrópicas que possam resultar na depleção da qualidade de água, causando desvios desta em relação às suas condições naturais. Caso contrário, poder-se-ia considerar que nos trechos de cursos d'água que atravessam as UC de PI, com origem em áreas antropizadas, a atribuição de classe especial poderia ser flexibilizada para classe 1, excluindo-se os cursos que delimitam essas unidades, devendo para tais serem utilizados os critérios de monitoramento com intuito de mensurar a quantidade de água e os níveis dos parâmetros de qualidade, no intuito de gerar uma base sólida de dados que permita o mínimo de robustez estatística na obtenção do diagnóstico, ou seja, o “rio que nós temos”, que servirá de norte para os próximos passos do processo de enquadramento.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a missão de criar um ambiente sustentável, o enquadramento dos corpos d'água é uma ferramenta de suma importância para tal, devendo ser realizado em conformidade com o Plano Estadual de Recursos Hídricos, de maneira integrada ao processo de planejamento, e considerando-se os diversos interesses envolvidos. Contudo, a implementação desse instrumento, conforme estabelecido pela Política Nacional de Recursos Hídricos, enfrenta desafios, caminhando assim a passos lentos no Estado do Rio de Janeiro. A articulação entre os partícipes do processo é sobremaneira complexa, já que estes devem chegar a um consenso para estabelecimento de um cenário futuro que atenda às demandas e aos interesses de todos os envolvidos e, ao mesmo tempo, seja viável de ser atingido. Além disso, são necessários elevados investimentos na etapa de diagnóstico, na qual é feito o levantamento dos usos da água na bacia a fim de se identificar as qualidades requeridas para tais, bem como a realização de monitoramento qualiquantitativo por um extenso período, de forma a se obter dados robustos para elaboração dos estudos.

A implementação deste instrumento de gestão de recursos hídricos inicialmente no âmbito das UCs de PI contribuirá para o amadurecimento e o aperfeiçoamento do processo de enquadramento no ERJ, uma vez que as etapas que o atrasam e oneram serão eliminadas, estimulando assim para que seja estendido aos demais corpos d'água de domínio estadual. Isso permitirá o alcance das metas pretendidas e pré-estabelecidas, quando assim for pactuado, sendo de suma importância para conscientização da sociedade local quanto aos usos preponderantes da água, especialmente com a sua inserção através da participação no processo.

Agradecimentos

Agradecemos ao Instituto Estadual do Ambiente pela valiosa oportunidade de elaborar este artigo. Expressamos nossa gratidão pela interdisciplinaridade de conhecimentos em Química, Geografia e Estatística, que enriqueceu significativamente nossa abordagem. É em virtude dessa colaboração que o artigo se complementa de maneira abrangente, oferecendo uma perspectiva aprofundada sobre o enquadramento legal em consonância com o espaço geográfico no ERJ.

Referências Bibliográficas

ALMEIDA, L.P; FERNANDES, J.G. Situação do enquadramento no trecho fluminense da bacia do rio Paraíba do Sul e suas perspectivas futuras. In: XV Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia. Resende, RJ, 2018. 10 p. Disponível em: <https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos18/5326127.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2024.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (Brasil). Enquadramento dos corpos d'água em classes. Brasília: ANA, 2020. 57p.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (Brasil). Rede Nacional de Monitoramento de Qualidade de Água - RNQA. Brasília: ANA, 29p. Disponível em: <https://cdn.agenciapeixe vivo.org.br/media/2019/06/Rede-Nacional-de-Monitoramento-de-Qualidade-de-%C3%81gua-RNQA.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2024.

BRASIL. Ministério do Interior. Portaria nº 86, de 04 de junho de 1981. Enquadra os cursos d'água da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul que menciona. Brasília, 1981.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 08 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, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 9 jan. 1997.

CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO RIO DE JANEIRO. Resolução nº 127, de 27 de agosto de 2014. Aprova o enquadramento de corpos d'água em classes de uso para 24 trechos de rio da Região Hidrográfica do Guandu. Rio de Janeiro, RJ. Disponível em: <https://comiteguandu.org.br/resolucoes/2014/cerhi/127.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2024.

COMITÊ GUANDU. Resolução nº 107, de 29 de abril de 2014. Dispõe sobre a aprovação da proposta de enquadramento de corpos d'água em classes de uso para 24 trechos, apresentados pelo INEA. Seropédica, RJ. Disponível em: <https://comiteguandu.org.br/conteudo/resolucao-107-29-4-2014.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2024.

COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA DA REGIÃO HIDROGRÁFICA IV – PIABANHA. Resolução nº 83, de 12 de dezembro de 2023a. Dispõe sobre a aprovação do enquadramento de trechos de corpos hídricos em classes de uso inseridos na Unidade de Conservação de Proteção Integral Reserva Biológica Estadual de Araras, inserida na Região Hidrográfica IV. Petrópolis, RJ, 12 dez. 2023a. Disponível em: <https://comitepiabanha.org.br>. Acesso em: 15 mar. 2024.

COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA DA REGIÃO HIDROGRÁFICA IV – PIABANHA. Resolução nº 84, de 12 de dezembro de 2023b. Dispõe sobre a aprovação do enquadramento de trechos de corpos hídricos em classes de uso inseridos na Unidade de Conservação de Proteção Integral Parque Natural Municipal Montanhas de Teresópolis, inserida na Região Hidrográfica IV. Petrópolis, RJ, 12 dez. 2023b. Disponível em: <https://comitepiabanha.org.br>. Acesso em: 15 mar. 2024.

CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS (Brasil). Resolução nº 91, de 2008. Dispõe sobre procedimentos gerais para o enquadramento dos corpos de água superficiais e subterrâneos. Brasília, 2008.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (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, Brasília, DF, 18 mar. 2005. Seção 1, p. 58-63.

ESTADO DO RIO DE JANEIRO. Lei nº 3.239, de 02 de agosto de 1999. Institui a Política Estadual de Recursos Hídricos, cria o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta a Constituição Estadual e dá outras providências. Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 03 ago. 1999.

ESTIMATIVA DO TEMPO DE CONCENTRAÇÃO E DA VAZÃO MÁXIMA, EM UMA MICROBACIA URBANA, NO MUNICÍPIO DE SILVA JARDIM, RJ

Débora Alves Gonzaga da Silva Ballesteiro Pereira¹; Gabriela Figueiredo da Conceição², Thiago Ferreira de Albuquerque³, Marcelo Alexandre Dias Barbosa⁴, Cláudia Moster⁵, Maurício Ballesteiro Pereira⁶

¹Diretora de Projetos, Orientação Técnica e Fiscalização da SEMMA Silva Jardim, RJ, e-mail: deb.gon99@gmail.com.

²Secretária Municipal de Meio Ambiente (SEMMA) de Silva Jardim, RJ, e-mail: meioambientesj@gmail.com .

³Analista Ambiental da SEMMA Silva Jardim, RJ. e-mail: thiago.f.albuquerque@gmail.com

⁴Comandante da Guarda Ambiental da SEMMA de Silva Jardim, RJ, e-mail: marcelo.manga@hotmail.com

⁵Professora ICF Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, e-mail: claudiamoster@ufrj.br

⁶Professor Aposentado ICBS Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, e-mail: ballesteiro@live.com.

RESUMO

Com o objetivo de comparar resultados de vazões máximas de uma sub-bacia urbana, mas que tem grande área na zona rural, foram aplicados os métodos racional, racional modificado e I-Pai-Wu, em conjunto com diferentes fórmulas para estimativa do tempo de concentração, TC, recomendadas por Silveira (2005). Observou-se uma discrepância muito grande entre os valores de TC obtidos e, consequentemente, entre as estimativas de vazão. Após a análise fisiográfica da bacia e das características de uso e ocupação do solo, os autores sugerem que o cálculo da vazão máxima pelo método de I Pai Wu seja o mais adequado, podendo ser combinado com as fórmulas de Carter ou Kirpich para uso na micro-bacia do Valão da Caixa. Destaca-se ainda a falta de avaliação dos aspectos ecológicos nas fórmulas utilizadas.

Palavras-chave: Método Racional, Racional Modificado, I Pai Wu, Carter, Kirpich.

INTRODUÇÃO

Nos estudos de bacias hidrográficas, existem várias maneiras para determinação da vazão máxima, e o melhor método a ser utilizado vai depender das características da bacia. A medida da vazão em um curso d'água pode ser feita diretamente no rio, ou usando fórmulas desenvolvidas e validadas de bacias providas de estações fluviométricas. Assim, existem diversos métodos disponíveis na literatura para a estimativa da vazão máxima. Um elemento chave nos métodos de cálculo da vazão máxima é o Tempo de Concentração, TC, que pode ser entendido como o tempo necessário para que toda a chuva que cai na área da bacia contribua com a vazão em um ponto determinado. O TC é igualmente estimado por fórmulas empíricas elaboradas e validadas com base em dados de bacias com regime fluviométrico monitorado.

Diante da multiplicidade de métodos e fórmulas para o cálculo do tempo de concentração e vazão máxima, torna-se necessário a escolha criteriosa das fórmulas a serem usadas em cada caso. Assim, o objetivo neste trabalho foi comparar os resultados obtidos para as vazões máximas de uma sub-bacia urbana, mas que tem grande área na zona rural, pertencentes à Bacia do rio São João, utilizando os métodos racional, racional modificado e I-Pai-Wu, em conjunto com diferentes fórmulas para estimativa de TC, recomendadas por Silveira (2005).

MATERIAL E MÉTODOS

A bacia escolhida foi a microbacia do Valão da Caixa, localizada no Distrito Sede do município de Silva Jardim, RJ. O rio Valão da Caixa é o rio principal da microbacia, afluente do rio Capivari e tem

suas cabeceiras em colinas baixas a sudoeste do município de Silva Jardim. Foi feita uma análise fisiográfica, cálculo de TC (tabela 1) e das vazões máximas.

Tabela 1. Expressões usadas para estimar o tempo de concentração recomendadas para bacias rurais (R) e urbanas (U), por ordem de adequação, segundo Silveira (2005).

Designação	Expressão
Bacias Rurais	
1 - Corps Engineers	$T_c = 0,191.L^{0,76}.S^{-0,19}$
2 - Ven te Chow	$T_c = 0,160.L^{0,64}.S^{-0,32}$
3 - Onda Cinemática	$T_c = 7,35.n^{0,6}.i^{-0,4}.L^{0,6}.S^{-0,3}$
4 - Kirpich	$T_c = 0,0663.L^{0,77}.S^{-0,385}$
Bacias urbanas	
1 - Carter	$T_c = 0,0977.L^{0,6}.S^{-0,3}$
2 - Schaake et al	$T_c = 0,0828.L^{0,24}.S^{-0,16}.A_{imp}^{-0,26}$
3- Kirpich	$T_c = 0,0663.L^{0,77}.S^{-0,385}$
4 - Desbordes	$T_c = 0,0869.A^{0,3039}.S^{-0,3832}.A_{imp}^{-0,4523}$

Tendo em vista que a bacia é mista (parte rural e parte urbana), o TC foi calculado usando as sete fórmulas recomendadas por Silveira (2005) para bacias rurais e urbanas (tabela 1). A Intensidade de chuva foi calculada pelas expressões apresentadas por Davis e Naghettini (2000), para a região 2, do Estado do Rio de Janeiro. As vazões máximas foram calculadas pelos métodos, racional, racional modificado e I-Pai-Wu, utilizando para o TC as fórmulas descritas na tabela 1. Os resultados obtidos foram comparados e analisados levando-se em consideração as características físicas e a localização da bacia.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A fisiografia apresenta como principais características: Área (A) 10,836 km²; Diferença de nível (H) 67m; Comprimento do talvegue (L) 6,97 km; Índice de circularidade (IC) 0,461; Índice de Forma (F) 0,302; Declividade média (Dm) 0,961 %; Precipitação pluviométrica 1.350 mm; Coeficiente de escoamento, 0,30 e Área impermeável 18%. Além disso, apresenta área rural à montante (6,81km²) e urbana à jusante (4 km²).

O formato a bacia é alongado, F=0,302 e IC=0,461 o que propicia um TC maior. Essa característica por si, indica que a bacia não é muito propensa à ter grandes enchentes (OLIVEIRA et al, 2022). Isso sugere uso de um método que indique valores menos rigorosos para cálculo do TC. No entanto, o rio Valão da Caixa tem seu curso médio em zona urbanizada, sob forte influência de ocupação marginal, apresentando pontos de restrição de passagem da água, causando inundações periódicas nos bairros de Nossa Senhora da Lapa e Biquinha.

Em seu estudo, Silveira (2005) recomendou para bacias rurais o uso dos métodos Corps Engineers para áreas até 11.162 km² e Onda Cinemática e Ven Te Chow para áreas entre 6 e 11.162 km². Já o método de Kirpich foi recomendado tanto para bacias urbanas, quanto rurais, tendo o autor testado este método para bacias rurais entre 153 e 11.162 km² e urbanas com áreas entre 0,04 e 26 km². A área de contribuição do rio Valão da Caixa é de 10,8 km².

Para o cálculo de TC a maioria das fórmulas utilizam os valores do comprimento (L) e da declividade (S) do talvegue, mas existem alguns métodos que utilizam o valor da área da bacia. Schaake *et al.* e Desbordes consideram a fração de área impermeável (*Aim*). A adição de *Aim* tende a diminuir o valor de TC, ou seja, aumentar a vazão estimada. Isso é importante em áreas urbanas, pois as ações antrópicas tendem a tornar o solo mais impermeável aumentando o escoamento superficial e a velocidade da água, diminuindo o TC. Assim, a escolha do método de cálculo de TC deve considerar as características do local, uso e ocupação do solo e a finalidade do estudo.

O maior TC (tabela 2) foi obtido pelo método Onda Cinemática (2,79 h) e o menor TC pelo método Schaake *et al* (0,43h), sendo o primeiro recomendado para bacias rurais com tamanhos entre 6 e 11,162 km² e o segundo, para bacias urbanas com área de 0,6 km² (Silveira, 2005). Todos os métodos recomendados para bacias urbanas, estão de acordo com as características da microbacia do Valão da Caixa, com exceção do método Schaake *et al* que é indicado para bacias menores. Silveira (2005) recomenda o uso da fórmula de Carter, seguido da fórmula de Kirpich e por último, Desbordes, mais em função de sua aplicabilidade para bacias com área da ordem de 50 km², do que pelo seu desempenho. O TC calculado através de Kirpich apresentou valor maior que o calculado pelo método de Carter. Ora, esse método é, segundo Silveira (2005), recomendado para o uso em bacias de área de contribuição de até 26 km², sendo portanto, compatível com a área da bacia do Valão da caixa (10 km²).

Tabela 2. Tempo de Concentração calculado por diferentes fórmulas (Silveira, 2005), Intensidade de chuva calculada pelas expressões segundo Davis e Naghettini (2000) e Vazão máxima calculada pelos métodos Racional, Racional Modificado e I Pai Wu.

Fórmula de TC	TC (h)	(mm/h)	Racional	Rac Mod	I Pai Wu
Fórmulas indicadas para Bacias Rurais					
1 - Corps Engineers	2,02	35,40	31,97	9,98	14,78
2 - Ven te Chow	2,45	30,69	27,72	8,65	12,81
3 - Onda Cinematica	2,79	27,79	25,09	7,83	11,60
4 – Kirpich	1,77	38,96	35,18	10,98	16,27
Fórmulas indicadas para Bacias Urbanas					
1 – Carter	1,26	49,45	44,66	13,93	20,64
2 - Schaake et al	0,43	94,41	85,26	26,60	39,41
3- Kirpich	1,77	38,96	35,18	10,98	16,27
4 – Desbordes	2,31	32,09	28,98	9,04	13,40

Dentre os valores de vazão máxima, os obtidos pelo método racional foram os maiores (Tabela 2), seguidos do I Pai Wu e do racional modificado. O que já era esperado, já que o método racional não é recomendado para bacias maiores que 2 km². É um método que considera a duração da chuva é igual ao TC, a precipitação uniforme em toda a área e distribuição espacial e temporal uniforme. Isso tende a ser verdadeiro apenas em bacias de pequenas dimensões. A aplicação de fatores de correção, como é no caso dos métodos racional modificado e I Pai Wu, tende a apresentar valores menores para a vazão. No método racional modificado é considerado o coeficiente de retardo, dependente da área e da inclinação da bacia. No método I Pai Wu, é considerado o efeito da forma, o coeficiente volumétrico de escoamento e ainda, o valor K, que relaciona a área da bacia com a duração da chuva. Esses valores têm por objetivo retirar o erro devido a não uniformidade da área, que ocorre no método racional.

Dada as circunstâncias, os autores recomendam o Método I Pai Wu, em combinação com fórmulas que oferecem valores intermediários para o TC, como as de Carter ou de Kirpich, para a estimativa da vazão máxima no Valão da Caixa. Observa-se que nos cálculos os aspectos ecológicos são pouco valorizados.

Referências Bibliográficas

DAVIS, E G & NAGHETTINI, M C. Estudo de Chuvas Intensas no Estado do Rio de Janeiro.

OLIVEIRA, M.; GALLARDO, A.L.C. Soluções baseadas na natureza nos projetos de drenagem urbana em São Paulo. XXIV ENGEMA. ISSN:2359-1048, nov. 2022.

SILVEIRA, A. L. L. Desempenho de fórmulas de tempo de concentração em bacias urbanas e rurais. Revista Brasileira de Recursos hídricos, v.10, n.1, p. 5-23, 2005.

ESTOQUE DE CARBONO DO SOLO EM ÁREAS RESTAURADAS PELO PROGRAMA PRODUTORES DE ÁGUA E FLORESTA EM RIO CLARO-RJ

Vanessa Gomes, Daniel de P. Andrade, Petrus Gabriel de F. Marques, Marcos Gervásio Pereira, Everaldo Zonta

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, e-mails: vanessa.gomes@ufrj.br, daniel99775208@gmail.com, petrus.pg3@gmail.com, mgervasiopereira01@gmail.com, ezonta@ufrj.br

RESUMO

Nesse trabalho investigamos o estoque de carbono do solo em áreas que receberam ações de reflorestamento por meio de um programa de pagamento por serviços ambientais, desenvolvido pelo Comitê Guandu-RJ, na região de Rio Claro-RJ. O estoque de carbono encontrado nas áreas restauradas foi comparado ao estoque de carbono de áreas remanescentes florestais nativas e de áreas de pastagem. Também foi investigado o conteúdo de carbono na serrapilheira das áreas restauradas e das áreas remanescentes florestais nativas. O estoque de carbono nas áreas remanescentes florestais nativas foi maior em relação ao das áreas de restauração e de pastagem. Já o conteúdo de carbono orgânico da serrapilheira foi similar entre as áreas restauradas e as áreas remanescentes florestais nativas. O processo de restauração do estoque de carbono do solo pode ser bastante lento, devendo a conservação de áreas nativas ser considerada como uma estratégia fundamental a ser desenvolvida concomitantemente à restauração ecológica visando a mitigação climática e a provisão de importantes serviços ecossistêmicos.

Palavras-chave: reflorestamento, serviços ambientais, Mata Atlântica, cobertura do solo, serrapilheira

INTRODUÇÃO

Os impactos ambientais crescentes e a necessidade cada vez mais urgente de solucioná-los colocam a mitigação das mudanças climáticas, a provisão de serviços ecossistêmicos e a sustentabilidade em destaque na agenda política global (Beishem, 2020). A degradação e a poluição ambiental comprometem a provisão de serviços ecossistêmicos como ciclagem de nutrientes, polinização, habitats para a biodiversidade, controle climático e manutenção da qualidade do solo e da água (Suding, 2011).

A Mata Atlântica, considerada um *hotspot* mundial de biodiversidade, vem sofrendo intenso desmatamento ao longo dos séculos (Myers *et al.*, 2000; Ribeiro *et al.*, 2009). Estima-se que, hoje, sua área corresponde a 24% da original, sendo que apenas 12,4% são florestas maduras e bem preservadas (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INPE, 2021).

O estoque de carbono é um serviço ecossistêmico e indicador ambiental de alta relevância, intimamente ligado à qualidade do solo e da água, assim como ao controle das mudanças climáticas (Benbi, 2015). A vegetação é o principal agente de absorção do gás carbônico atmosférico, através da fotossíntese. Parte desse carbono fica armazenada nos componentes estruturais e biomassa das comunidades vegetais. Uma outra parte é transferida ao solo por meio de processos biogeoquímicos, como trocas simbióticas e decomposição. No solo, o carbono favorece propriedades desejáveis, como estrutura bem desenvolvida e capacidade orgânica. A matéria orgânica do solo atua como um filtro eficiente e purifica a água da superfície que penetra nos estratos inferiores, trazendo contribuição para a qualidade das águas. Os solos podem estocar de duas a três vezes mais carbono que a atmosfera, destacando sua importância junto à vegetação no contexto das mudanças climáticas (Costanza *et al.*, 1997).

A conservação e a restauração ecológica de áreas naturais se apresentam como estratégias funda-

mentais para compensar os impactos das emissões de gases do efeito estufa (GEE), assim como para prover serviços ecossistêmicos essenciais para a qualidade de vida humana e para a sustentabilidade dos sistemas produtivos (Carroll & Ray, 2021). A produção sustentável de alimentos está no topo da agenda política global e se relaciona com diversos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável da Organização das Nações Unidas - Agenda 2030. Planos tratados no acordo de Paris, como por exemplo o Plano de Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura, firmam compromissos de reduzir as emissões de gases do efeito estufa, considerando a redução de emissões de carbono dos solos oriundas de seu manejo conservacionista (Silva, 2021).

Uma forma de incentivo a adoção de modelos produtivos sustentáveis são os programas de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA). O programa Produtor de Água e Floresta (PAF) – Guandu/RJ é um exemplo de PSA e se propõe a aplicar o modelo Provedor-Recebedor, incentivando mediante compensação financeira os produtores rurais que, comprovadamente, contribuirão para a proteção e recuperação dos recursos naturais. O programa foi criado em 2008 e instituído em 2009 pelo Comitê Guandu/RJ, com o apoio de instituições parceiras, sendo a iniciativa de maior longevidade dentre as ações empreendidas pelo Comitê. Começou a desenvolver suas primeiras atividades no município de Rio Claro-RJ, onde implementou ações de restauração e conservação florestal, dando uma contrapartida aos proprietários e produtores rurais que participam do projeto. Os benefícios incluem desde a remuneração financeira à adequação ambiental do imóvel rural.

Nesse contexto, o objetivo do presente trabalho foi investigar o impacto da restauração florestal no estoque de carbono do solo, a partir do estudo de áreas contempladas pelo Programa PAF na região de Rio Claro – RJ.

METODOLOGIA

Foram selecionadas 11 áreas dentre as áreas que receberam plantios de restauração florestal entre os anos de 2011 e 2016 pelo Programa PAF, em Rio Claro – RJ. Como áreas de referência, também foram selecionadas 3 áreas de remanescentes florestais de Mata Atlântica e 3 áreas de pastagem na região de Rio Claro – RJ, totalizando, assim, 17 áreas amostradas.

Em cada área amostrada, foram estabelecidas três trincheiras, em cada qual foram coletadas amostras de solo em 4 profundidades (0-5; 5-10; 10-20; 20-40 cm). Em cada profundidade, foram coletadas amostras indeformadas, com a utilização do Anel de Kopecky, para determinação das respectivas densidades de solo, e amostras deformadas para determinação do conteúdo de carbono orgânico (CO).

Após serem coletadas e levadas ao laboratório, as amostras deformadas foram secas à sombra, destorroadas e passadas em peneira com malha de 2 mm. O conteúdo de carbono orgânico das amostras deformadas foi determinado pelo método de combustão via úmida, conforme Yeomans & Bremner (1988). As amostras indeformadas foram secas em estufa a 105°C por 24 horas para determinação de seu peso seco. A partir do peso seco e do volume do anel de Kopecky em que as amostras indeformadas foram coletadas, calculou-se a densidade do solo de cada amostra.

O Estoque de Carbono do Solo (EstC) foi obtido pela soma dos estoques em cada camada de solo, com valores do teor de CO e de densidade do solo da respectiva camada em todos os perfis analisados. O estoque de CO de cada camada é dado pelo produto do teor de C do solo pela densidade do solo (D_s , g/cm³) e pela profundidade da camada, conforme a equação:

$$\text{EstC} = (\text{CO} \times \text{Ds} \times e) / 10$$

em que:

EstC = estoque do carbono orgânico (Mg/ha)

CO = teor de carbono do solo (g/kg)

Ds = densidade do solo (kg/dm³)

e = espessura da camada (cm)

Além das amostras de solo, nas proximidades de cada trincheira aberta, também foram coletadas amostras de serrapilheira a partir de um quadrante de 25 x 25 cm², exceto nas áreas de pastagem. As amostras de serrapilheira foram passadas em peneira com malha de 2 mm e posteriormente secas em estufa a 65°C até obterem peso constante, sendo posteriormente pesadas para obtenção do peso seco. Estimou-se o conteúdo de carbono orgânico das amostras de serrapilheira como 58% de seu peso seco.

Para comparar o estoque de carbono entre as áreas restauradas, as áreas de pastagem e as áreas de mata (remanescentes florestais da Mata Atlântica), foram realizadas análises de variância (ANOVA), com prévia análise de normalidade e homogeneidade das variâncias dos dados. Foi aplicado teste a posteriori de *Tukey* para comparação entre os grupos (áreas restauradas, as áreas de pastagem e as áreas de mata). A análise de variância também foi realizada para comparar o conteúdo de carbono da serrapilheira entre áreas restauradas e as áreas de mata.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias encontradas para o estoque de carbono do solo (EstC), em megagramas por hectare (Mg/ha), em cada grupo analisado foram: 115,55 Mg/ha para as áreas de mata (remanescentes florestais da Mata Atlântica); 79,95 para as áreas restauradas; e 67,78 para as áreas de pastagem.

A análise de variância apontou diferença estatisticamente significativa ($p = 0,00000102$; $F = 19,18$) entre os grupos. A análise a posteriori de *Tukey* revelou que as áreas de mata são significativamente diferentes das áreas de pastagem ($p = 0,0000012$) e das áreas de restauração ($p = 0,0000078$); enquanto as áreas de restauração e de pastagem não apresentaram diferença significativa entre si ($p = 0,107$).

Apesar de não haver uma diferença estatisticamente significativa entre o EstC das áreas de pastagem e as áreas de restauração, é possível observar uma tendência de aumento nos valores encontrados, ao considerar o gradiente pastagem-restauração-floresta nativa (Figura 1). Analisando os valores médios de EstC do solo, houve um incremento de 12,17 Mg/ha no estoque de carbono das áreas restauradas em relação às áreas de pastagem. Esse valor representa 10% do valor médio de EstC do solo encontrado nas áreas de mata.

Já em relação ao conteúdo de carbono orgânico encontrado na serrapilheira, não houve diferença estatisticamente significativa entre as áreas de restauração e as áreas de mata (Figura 2). A média dos valores encontrados, em gramas de carbono orgânico por centímetro quadrado de solo (g/cm²), foi de 0,071 para as áreas de restauração e 0,072 para as áreas de mata.

Figura 1. Estoque de carbono do solo encontrado nas áreas amostradas em Rio Claro-RJ, com diferentes usos do solo, sendo: áreas de pastagem (Pastagem); áreas que receberam plantios de mudas nativas visando restauração entre 2011 e 2017 (Restauração); e áreas de remanescentes florestais da Mata Atlântica (Remanescentes).

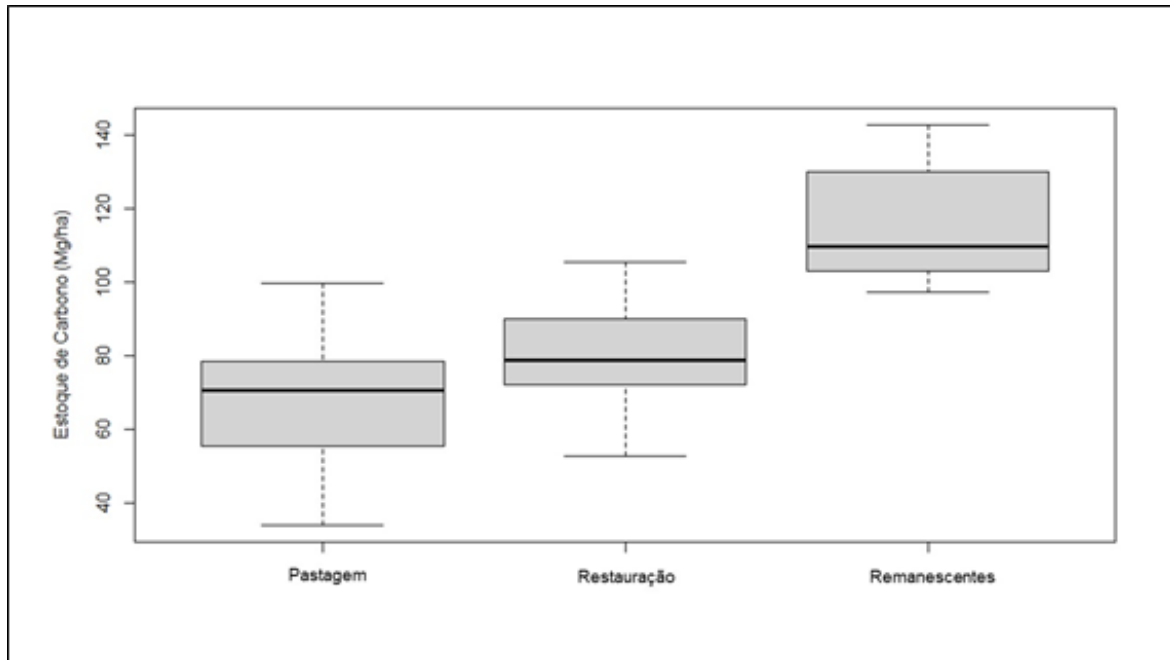
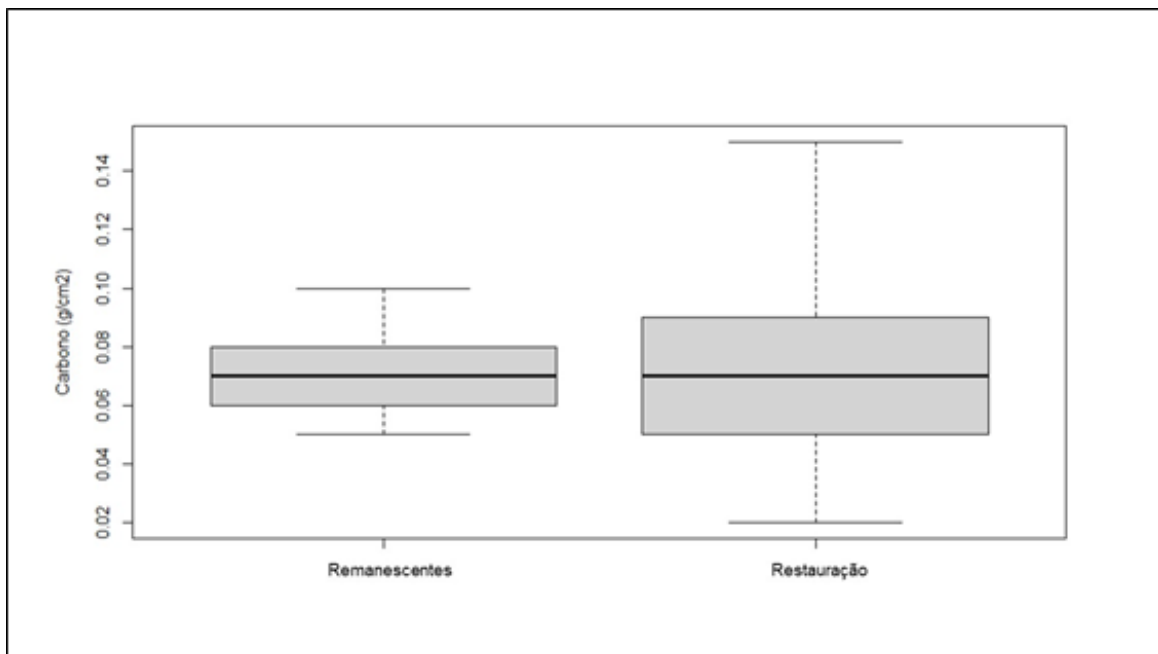


Figura 2. Conteúdo de carbono orgânico do solo estimado em amostras de serrapilheira das áreas amostradas em Rio Claro-RJ, sendo: áreas que receberam plantios de mudas nativas visando restauração entre 2011 e 2017 (Restauração); e áreas de remanescentes florestais da Mata Atlântica (Remanescentes).



O estudo de Bispo *et al.* (2023) em áreas reflorestadas em uma microbacia do município de Extrema-MG, também parte de um programa de pagamento por serviços ambientais, encontrou que foi possível incrementar significativamente o conteúdo de carbono do solo em oito anos de reflorestamento com espécies vegetais nativas. Isso mostra que esse não é um processo rápido. No caso das

áreas amostradas no presente estudo, o tempo necessário parece ser maior, uma vez que o EstC do solo nas áreas restauradas ainda é significativamente menor em relação às áreas de mata.

Por outro lado, nas áreas amostradas pelo presente estudo, a quantidade de carbono orgânico chegando ao solo por meio da serrapilheira nas áreas restauradas é similar à das áreas de mata. Isso pode sugerir uma tendência de que, com o passar dos anos, a quantidade de carbono estocado no solo das áreas restauradas se aproxime mais dos níveis encontrados no solo dos remanescentes florestais. Favorece essa sugestão o fato de que o incremento de EstC do solo encontrado nas áreas restauradas em relação às áreas de pastagem representa 10% do valor médio de EstC do solo encontrado nos remanescentes florestais estudados. O carbono da serrapilheira pode ser incorporado no solo por diferentes vias, iniciais e tardias, no processo de decomposição da matéria orgânica, que, por sua vez, irá se estabilizar no solo ao longo do tempo (Cotrufo *et al.*, 2015). O estoque de carbono no solo está intimamente relacionado à estabilização da matéria orgânica no solo.

Finalmente, vale destacar que a restauração ecológica é uma estratégia de extrema importância para mitigar os efeitos das mudanças climáticas e da perda dos serviços ecossistêmicos em áreas degradadas. Novos desmatamentos e alterações de uso do solo não devem, contudo, se justificar com base nessa estratégia, uma vez que o processo de estocagem de carbono não se dá de maneira rápida após a implementação de ações de restauração. Dessa forma, a conservação de ecossistemas e áreas nativas se faz como uma estratégia necessária para que o vislumbre de um equilíbrio climático seja possível.

CONCLUSÃO

A restauração florestal implementada nas áreas estudadas possibilitou incremento no estoque de carbono do solo, embora este ainda não tenha atingido os níveis encontrados nos remanescentes florestais nativos. Ao mesmo tempo, o conteúdo de carbono orgânico encontrado na serrapilheira das áreas reflorestadas é similar ao desses remanescentes. A restauração se mostra como uma estratégia importante, favorecendo o aumento do estoque de carbono do solo, embora este seja um processo lento. Assim, é imprescindível que áreas de ecossistemas naturais sejam conservadas para garantir a mitigação climática e a provisão de serviços ecossistêmicos necessários.

Agradecimentos

Agradecemos à Petrobras Socioambiental, à Agevap e ao Comitê Guandu pelo financiamento; e à UFRRJ pelo apoio e estrutura para a realização desse trabalho.

Referências Bibliográficas

BEISHAM, M. United Nations reforms for the 2030 Agenda: The review of the High-level Political Forum on Sustainable Development. International SDG research symposium GlobalGoals2020, Utrecht. Anais eletrônicos. Utrecht University, 2020.

BENBI, D. K.; BRAR, K.; TOOR, A. S.; SINGH, P. Total and labile pools of soil organic carbon in cultivated and undisturbed soils in northern India. *Geoderma*, 237, 149–158, 2015.

BISPO, D. F. A.; GUIMARÃES, D.V.; MARQUES, J. J. G. D. S. E. M.; BENIAICH, A.; ACUÑA-GUZMAN, S. F.; SILVA, M. L. N.; CURI, N. Soil Organic Carbon as Response to Reforestation Age and Land Use Changes: A Qualitative Approach to Ecosystem Services. *Sustainability* 15, 6863, 2023.

CARROLL, C.; RAY, J. C. Maximizing the effectiveness of national commitments to protected area

expansion for conserving biodiversity and ecosystem carbon under climate change. *Global Change Biology*, v. 27, n. 15, p. 3395-3414, 2021.

COSTANZA, R., D'ARGE, R., DE GROOT, R. *et al.* The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, v. 387, p. 253-260, 1997.

COTRUFO, M., SOONG, J., HORTON, A. *et al.* Formation of soil organic matter via biochemical and physical pathways of litter mass loss. *Nature Geoscience* 8, 776–779, 2015.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INPE. Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica: período 2019/2020, relatório técnico. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica, 73p., 2021.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, London, v. 403, p. 853-858, 2000.

RIBEIRO, M. C.; METZER, J. P.; MARTENSEN, A. C.; PONZONI, F. J.; HIROTA, M. M. The Brazilian Atlantic Florest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biological Conservation*, Boston, v. 142, p. 1141-1153, 2009.

SILVA, E. R. A. (coord.). Agenda 2030: ODS – Metas nacionais dos objetivos de desenvolvimento sustentável. Brasília, DF: IPEA, 2018. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/8855/1/Agenda_2030_ods_metas_nac_dos_obj_de_desenv_susten_propos_de_adequa.pdf> Acesso em: 18 nov. 2021

SUDING, K. N. Toward an era of restoration in ecology: successes, failures, and opportunities ahead. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 42, 465–487, 2011.

YEOMANS, J. C.; BREMNER, J. M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. *Communication of Soil Science and Plant Analysis*, 19, 1467-1476, 1988.

GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS: PERSPECTIVAS DO FUNDRHI FRENTE AO NOVO MARCO LEGAL DO SANEAMENTO BÁSICO NO ERJ

Márcio Franco da Costa¹; Raphaella Vieira Miranda²; Lucas Hang Viana³; Milena Augusto Xavier dos Santos⁴; Marcelo Abraira Crespi⁵; Vinicius Santos de Lyra Silva⁶

¹Advogado, Assessor Técnico da Diretoria de Segurança Hídrica e Qualidade Ambiental DIRSEQ/Inea. e-mail: marciofranco.inea@gmail.com

²Graduanda em Engenharia Ambiental, Assessora da Gerência de Instrumentos de Recursos Hídricos e Governança das Águas – GERAGUA/DIRSEQ/Inea. e-mail: raphaellamiranda@hotmail.com

³Graduando em Engenharia Ambiental, Estagiário da GERAGUA/DIRSEQ/Inea. e-mail: hanglucas@gmail.com

⁴Graduanda em Matemática. Estagiária da GERAGUA/DIRSEQ/Inea. e-mail: augustomilena@gmail.com

⁵Administrador, Analista Ambiental da GERAGUA/DIRSEQ/Inea. e-mail: marcelocrespi.inea@gmail.com

⁶Graduando em Engenharia Ambiental, Assessor da Gerência de Informações Hidrometeorológicas – GERHIDRO/DIRSEQ/Inea. e-mail: viniciuslyraa74@gmail.com

RESUMO

O novo Marco Legal do Saneamento trouxe mudanças significativas à gestão de recursos hídricos no Estado do Rio de Janeiro. A concessão dos serviços de saneamento básico à iniciativa privada desencadeou na necessidade de adequação da legislação que trata da cobrança pela utilização dos recursos hídricos de domínio estadual, visto que, até então, a maior parcela desses recursos estava vinculada à aplicação em coleta e tratamento de esgoto urbano. O presente artigo visa abordar os reflexos que o novo cenário de investimentos privados nos serviços de saneamento do estado teve sobre a gestão do fundo. Para o desenvolvimento da pesquisa foram analisados os instrumentos de planejamento dos Comitês de Bacia Hidrográfica, a base legal correspondente à gestão de recursos hídricos, além de material científico disponível nas plataformas digitais. Observou-se que as mudanças trazidas pelo novo marco legal ensejaram em um planejamento orçamentário dos comitês fluminenses mais voltado às áreas rurais, o que abre uma nova perspectiva no que tange à aplicação dos recursos do fundo.

Palavras-chave: Cobrança pelo Uso da Água. Gestão Compartilhada. Comitê de Bacia Hidrográfica. Concessão de Serviço Público. Base Legal das Águas.

INTRODUÇÃO

O saneamento básico compreende um conjunto de medidas e infraestruturas que visam promover a saúde pública, preservar o meio ambiente e melhorar a qualidade de vida das pessoas. Isso inclui o abastecimento de água potável, coleta e tratamento de esgoto, manejo adequado de resíduos sólidos e drenagem urbana (Brasil, 2020).

No Brasil, o acesso ao saneamento é garantido como um direito fundamental pelo art. 21 da Constituição Federal de 1988. Esse direito é regulamentado por diretrizes estabelecidas pela Lei nº 11.445/2007, a qual foi posteriormente atualizada pelo Novo Marco Legal do Saneamento, Lei nº 14.026/2020, promulgada em 15 de julho de 2020.

As alterações trazidas por este novo marco refletiram diretamente na gestão dos recursos arrecadados com a cobrança pelo uso da água que compõem o Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FUNDRHI). Anteriormente, a Lei Estadual nº 5.234, de 05 de maio de 2008, que alterou a Lei Estadual nº 4.247, de 16 de dezembro de 2003, e dispõe sobre a cobrança pela utilização dos recursos hídricos

de domínio do Estado do Rio de Janeiro (ERJ), estabelecia em seu artigo 6º a obrigatoriedade de aplicação de, no mínimo, 70% (setenta por cento) dos recursos arrecadados com a cobrança pelo uso da água incidentes do setor de saneamento em coleta e tratamento de esgoto urbano (Brasil, 2008).

Com a publicação da nova norma federal que rege o setor de saneamento, e a consequente concessão dos serviços de saneamento básico à iniciativa privada, sobretudo nos perímetros urbanos, houve a necessidade de adequação da normativa estadual no que tange à aplicação dos recursos do FUNDRHI em coleta e tratamento de esgoto, visto não ser mais do interesse público o aporte de recursos do fundo em uma obrigatoriedade que passou a ser do setor privado.

Dessa forma, a Lei Estadual nº 10.017, de 18 de maio de 2023, adequou a redação do art. 6º da Lei Estadual nº 5.234/2008 à nova realidade trazida com a promulgação da supracitada norma federal. Com a nova redação, a obrigatoriedade de aplicação dos recursos arrecadados com a cobrança pelo uso da água incidentes sobre o setor de saneamento passa a ser de, no mínimo, 20% (vinte por cento) de tais recursos (Brasil, 2023). Essa vinculação não se restringe mais à aplicação em coleta e tratamento de esgoto urbano, podendo ser investido em saneamento básico como um todo, inclusive nas áreas rurais, e sendo dispensada nas Regiões Hidrográficas (RHs) onde os serviços de esgotamento sanitário estiverem concedidos à iniciativa privada em todos os municípios que as integram.

Este artigo tem como objetivo apontar as consequências trazidas pela nova realidade de investimento privado em ações de saneamento básico na gestão do FUNDRHI, apontando mudanças no planejamento orçamentário dos Comitês de Bacia Hidrográfica e a oportunidade de novos investimentos em zonas rurais.

Efetivamente, a nova conjuntura da política de saneamento no país traz uma mudança de paradigma no que tange à gestão do FUNDRHI, um fundo que até então era majoritariamente voltado para o investimento em ações de saneamento urbano, e que a partir da publicação das novas leis ganha um caráter mais abrangente, com maior predominância de aplicação em áreas rurais.

Inicialmente, foi realizada uma revisão bibliográfica para contextualizar o tema, abrangendo conceitos de saneamento básico e legislações pertinentes. Em seguida, foram analisadas as mudanças normativas decorrentes do novo marco, com foco na adaptação da Lei Estadual nº 5.234/2008, que dispõe sobre a cobrança pela utilização dos recursos hídricos no Estado do Rio de Janeiro, às novas diretrizes federais (Brasil, 2008).

Adicionalmente, foram coletados dados quantitativos sobre a arrecadação de recursos pelo FUNDRHI ao longo de 2023, abrangendo diversos setores em cada RH do estado. Paralelamente, foram obtidas informações sobre as áreas onde os serviços de saneamento foram concedidos à iniciativa privada, e observadas as alterações e realocações dos investimentos nos planos orçamentários dos Comitês de Bacia Hidrográfica (CBH). Também foram abordados projetos traçados em resposta a essa nova realidade, conforme a visão institucional do órgão gestor.

Essa abordagem metodológica visa proporcionar uma análise abrangente para compreender o impacto da nova legislação na destinação e aplicação dos recursos do fundo, apontando iniciativas prósperas e com potencial para serem disseminadas nas regiões fluminenses na execução de seus Planos de Bacia Hidrográfica.

Como pode ser observado, na Região Hidrográfica Rio Dois Rios (RH VII), por exemplo, apenas o município de Santa Maria Madalena, permaneceu sob a gestão do poder público, situação representou significativa modificação no regime de contratação e aplicação de recursos nos serviços de saneamento básico na RH VII.

IMPACTO DA ARRECADAÇÃO DO SETOR DE SANEAMENTO COM A COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA

O presente estudo oferece uma análise abrangente visando compreender o impacto da nova legislação na destinação e aplicação dos recursos do fundo. Considerando que a maior parte dos recursos arrecadados com a cobrança pelo uso da água no ERJ são oriundos do setor de saneamento, tal alteração normativa trouxe uma nova perspectiva no que tange à aplicação dos recursos do FUNDRHI pelos Comitês de Bacia Hidrográfica (CBHs). A tabela 1 apresenta os valores arrecadados em cada Região Hidrográfica (RH) do ERJ e o percentual correspondente ao setor de saneamento.

Como se pode observar, o elevado percentual dos recursos arrecadados incidentes sobre o setor de saneamento vinculava a aplicação da maior parte dos recursos do FUNDRHI em coleta e tratamento de esgoto urbano. Na RH II, por exemplo, Região Hidrográfica do Guandu, está localizado o maior usuário-pagador do ERJ, a ETA Guandu, maior estação de tratamento de água do mundo e que, em 2023, contribuiu com elevado percentual do total arrecadado pelo FUNDRHI em todo estado.

Tabela 1. Recursos arrecadados por RH e finalidade

Bacia Hidrográfica	Saneamento	Indústria	Mineração	Agropecuária	Termoelétrica	Outros
RH I - Baía de Ilha Grande	R\$ 719.732,14	-	R\$ 18.689,54	-	-	R\$ 300.954,73
RH II - Guandu	R\$52.540.721,3	R\$4.382.310,58	R\$ 11.479,97	R\$ 1.073,15	R\$1.916.502,09	R\$ 418.544,09
RH III - Médio Paraíba do Sul	R\$1.325.426,94	R\$ 451.916,85	R\$ 340,55	R\$ 1.163,33	-	R\$ 102.307,45
RH IV - Piabanha	R\$1.065.890,71	R\$ 445.616,02	R\$ 5.160,89	-	-	R\$ 73.941,86
RH V - Baía de Guanabara	R\$12.923.069,2	R\$1.290.558,60	R\$ 1.774,36	R\$ 48.208,30	-	R\$ 875.500,56
RH VI -Lagos São João	R\$3.034.663,63	R\$ 16.899,59	R\$ 3.302,23	R\$ 4.061,81	-	R\$ 53.253,87
RH VII -Rio Dois Rios	R\$1.844.629,25	R\$ 144.215,14	R\$ 14.670,48	R\$ 2.707,34	-	R\$ 21.988,26
RH VIII - Macaé e das Ostras	R\$1.065.874,46	R\$ 541.817,99	-	-	R\$1.177.757,02	R\$ 95.056,05
RH IV - Baixo Paraíba do Sul	R\$ 652.100,28	R\$ 240.226,70	-	R\$ 4.942,12	-	R\$ 296.328,20
RH X - Itabapoana	R\$ 126.783,84	-	-	-	-	-

Fonte: INEA, 2024

ADAPTAÇÃO DOS INVESTIMENTOS AOS NOVOS PARÂMETROS LEGAIS

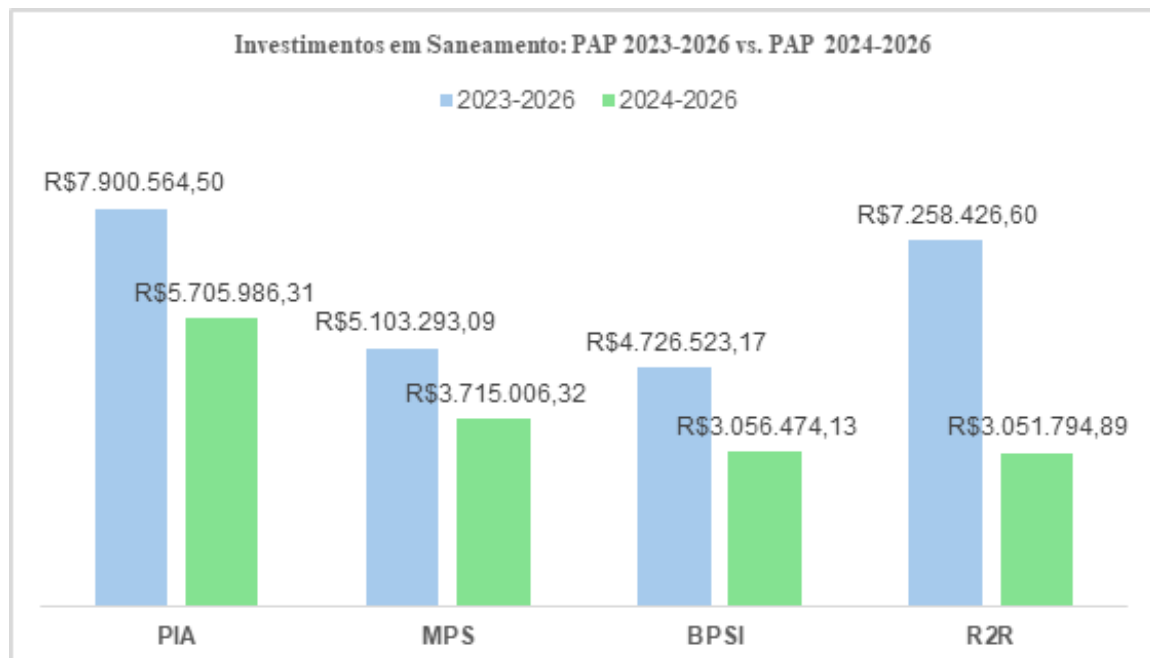
O plano de bacia hidrográfica, instrumento da Política Estadual de Recursos Hídricos, Lei Estadual nº 3.239, de 02 de agosto de 1999, e com horizonte de 20 (vinte) anos, é o principal norteador das ações a serem implementadas em determinada Região Hidrográfica. Os planejamentos orçamentários dos Comitês de Bacia Hidrográfica são os Planos de Aplicação Plurianuais (PAP), com vigência de 4 ou 5 anos. Esses planos orientam a distribuição dos recursos financeiros obtidos por meio da cobrança pelo uso dos recursos hídricos, direcionando-os para atividades definidas pelo Plano de Bacia (Brasil, 1999).

Dentre os reflexos impactantes do novo marco regulatório, dos quais se destacam as modificações no modelo de contratação e concessões administrativas (Leite, Neto, & Bezerra, 2022), está inserida a revisão na vinculação de investimentos do FUNDRHI. Com a responsabilidade não mais restrita ao setor público, agora, no mínimo 20% (vinte por cento) dos recursos arrecadados com a cobrança pelo uso da água na região podem ser aplicados em saneamento de uma forma geral.

Essa mudança amplia o escopo de aplicação dos recursos, não se limitando mais apenas à coleta e tratamento de esgoto urbano, podendo abranger áreas rurais, remotas e até mesmo povoados. Para viabilizar essa nova abordagem, o planejamento orçamentário da quase totalidade das RHs do ERJ foram alterados em 2023.

Para fins de visualização do novo cenário, o gráfico abaixo apresenta o comparativo do Plano de Aplicação Plurianual (PAP) dos quatro CBHs fluminenses inseridos na bacia do rio Paraíba do Sul.

Gráfico 1. Comparativo dos Investimentos em Saneamento: PAP 2023-2026 vs. PAP 2024-2026 (Após Atualização)



Fonte: Adaptado - CBH Piabanha, Médio Paraíba do Sul, Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana, Rios Dois Rios, 2022/2023

Observa-se que o percentual de recursos a serem aplicados na agenda de saneamento básico sofreu uma redução bastante significativa na atualização dos planejamentos orçamentários das regiões, abrindo um enorme leque de oportunidades para o implemento de outras ações sustentáveis.

A VISÃO DO ÓRGÃO GESTOR DIANTE DA NOVA REALIDADE

A resolução INEA nº 203, de 19 de novembro de 2020, em seu art. 2º, instituiu a Comissão Interna de Acompanhamento (CIA), cuja função precípua é acompanhar os relatórios fornecidos pelas Entidades Delegatárias, verificando a execução das atividades, sobretudo, por meio de visitas técnicas e reuniões (INEA, 2020). Na análise dos relatórios elaborados pela supracitada comissão, pode-se observar um grande incentivo às ações desenvolvidas no âmbito das zonas rurais, algumas delas com sobressaliente destaque.

Entre as ações evidenciadas está o programa de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) e Boas Práticas, na Região Hidrográfica de Macaé e das Ostras (RH VIII), em desenvolvimento no alto curso do rio Macaé, na região de Lumiar e arredores. Esse projeto proposto pelo Comitê, desperta grande expectativa devido à relevância do rio Macaé e à necessidade de sua revitalização desde a nascente, alinhando-se a outros programas de PSA sob supervisão do INEA (CIA, 2024).

Na Região da Baía de Ilha Grande (RH I), os investimentos em saneamento ecológico em comunidades tradicionais são notáveis, como a construção de banheiros com sistemas alternativos de tratamento de esgoto na Aldeia Araponga, financiados pelo Comitê. Esse projeto foi realizado por meio de um acordo de cooperação técnica entre a AGEVAP, o Observatório de Territórios Sustentáveis e Saudáveis da Bocaina (OTSS) - FioTEC (FIOCRUZ) e o Fórum de Comunidades Tradicionais. Durante as visitas técnicas da CIA, foi possível observar as novas infraestruturas e o engajamento da comunidade para garantir a eficácia operacional (CIA, 2024).

Outro destaque importante do órgão gestor de recursos hídricos são as ações desenvolvidas nas regiões inseridas na bacia do Rio Paraíba do Sul (CIA, 2024) executadas em parceria com o Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (CEIVAP). Tanto o Programa Mananciais quanto o Programa de Tratamento de Águas Residuárias (PROTRATAR), são focados em boas práticas agrícolas e saneamento ecológico, indicando um caminho a ser perseguido pelos CBHs na busca de outras fontes de recurso para execução das ações necessárias nas bacias hidrográficas.

Também na esfera da bacia federal do Paraíba do Sul, dois CBHs fluminenses, Médio Paraíba do Sul e Piabanha, têm concentrado esforços no investimento em monitoramento ambiental como ferramenta para o enquadramento dos corpos hídricos em classes segundo os usos, propiciando um diagnóstico abrangente das bacias hidrográficas (Comitê Piabanha, Monitoramento). Conforme extraído da Programação Anual de Atividades e Desembolso do CBH Piabanha para o ano de 2024 está previsto para o exercício um investimento de mais de três milhões de reais para tais fins (CBH PIA, 2023). Conforme mencionado no acompanhamento do INEA (CIA, 2024), tais ações coadunam com os objetivos do órgão de expansão e comunicação das diversas redes estaduais de monitoramento hídrico.

CONCLUSÕES E NOVO PANORAMA PARA O SEGRHI

O Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos vem passando por um constante processo de aprimoramento nos últimos anos, fruto, em grande parcela, do amadurecimento dos atores envolvidos na sua gestão. O novo modelo de contrato de gestão das águas que passou a vigorar em 2023, com metas mais voltadas ao implemento efetivo de ações e um planejamento mais condizente com as reais necessidades das regiões hidrográficas, é um exemplo perfeito de tal evolução.

Mais do que uma simples adequação orçamentária ao planejamento dos CBHs, a mudança no Decreto do FUNDRHI ocorrida no ano de 2023 é um marco que simboliza uma nova visão sobre a própria essência do fundo. A desvinculação da obrigatoriedade de aplicação da maior parte dos recursos

em coleta e tratamento de esgoto urbano, abre um precedente para que o fundo se torne um grande fomentador de investimentos em áreas rurais, relacionadas ou não a serviços de saneamento básico.

Ainda que as receitas arrecadadas com a cobrança pelo uso da água sejam insuficientes para solucionar todas as demandas das bacias hidrográficas, esse “êxodo urbano” do FUNDRHI eleva o fundo a um papel de potencial propulsor de investimentos em saneamento rural, recuperação de nascentes e dos corpos hídricos em geral, sobretudo em parceria com proprietários rurais e comunidades tradicionais, tendo os CBHs papel preponderante nessas articulações e na busca por outras fontes de recurso, dado o grande apelo positivo de que gozam tais ações perante a sociedade.

Referências Bibliográficas

Brasil, 2020. **Lei 5.234, de 05 de maio de 2008**. Altera a lei nº 4.247, de 16 de dezembro de 2003, que dispõe sobre a cobrança pela utilização dos recursos hídricos de domínio do estado do rio de janeiro e dá outras providências. Disponível em: <https://www.jusbrasil.com.br/legislacao/87747/lei-5234-08>. Acesso em: 16/03/2024.

Brasil, 2020. **Lei 14.026, de 16 de julho de 2020**. Altera a Lei nº 11.445/2007 e demais dispositivos. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm. Acesso em: 16/03/2024.

Brasil, 2023. **Lei 10.017, de 18 de maio de 2023**. Altera a lei 5.234, de 05 de maio de 2008, que dispõe sobre a cobrança pela utilização dos recursos hídricos de domínio do estado do Rio de Janeiro. Disponível em: <https://www.jusbrasil.com.br/legislacao/1843699302/lei-10017-23-rio-de-janeiro-rj>. Acesso em: 16/03/2024.

Brasil, 1999. **Lei 3.239, de 02 de agosto de 1999**. Política Estadual de Recursos Hídricos. Rio de Janeiro, RJ: Governo do Estado do Rio de Janeiro, 1999. Disponível em: <http://alerjln1.alerj.rj.gov.br/CONTLEI.NSF/b24a2da5a077847c032564f4005d4bf2/43fd11ofc03foe6c032567c30072625b>. Acesso em: 16/03/2024

INEA, 2020. **Resolução 203, de 19 de novembro de 2020**. Estabelece procedimentos e rotinas para avaliação da prestação de contas das entidades delegatárias de funções de agência de água, na execução dos contratos de gestão celebrados nos termos da lei estadual nº 5.639, de 06 de janeiro de 2010. Disponível em: <https://www.ceivap.org.br/resolucao-inea.php>. Acesso em: 16/03/2024.

Martins, A., Salles, M. J., Carvajal, E., Moura, P., Martin, L. E., Santos, R. F., & Aguiar-Oliveira, M. d. (2021). **Concessão privatista do saneamento e a incidência da Covid-19 em favelas do Rio de Janeiro**. In: Saúde Debate, v.45, n. especial 2, p.82-91, dezembro de 2021.

CEDAE, 2023. **Mapa do Saneamento no Estado do Rio de Janeiro**. Disponível em: <https://storage.googleapis.com/site-cedae/concessao/MAPA%20JAN%20REDUZIDO.JPG>. Acesso em 25/03/2024.

Leite, C. H., Neto, J. M., & Bezerra, A. K. (2022). **Novo Marco Legal do Saneamento Básico: Alterações e Perspectivas**. In: Engenharia Sanitária Ambiental, v.27, n.5, p.1041-1047, outubro de 2022.

Reis, F., Kligerman, D., Cohen, S., & Nogueira, J. (2023). A efetividade social e a concessão do saneamento à iniciativa privada: o caso do leilão da CEDAE no Rio de Janeiro, Brasil. In: Ciência &

Saúde Coletiva, v.28. n.2, p. 547-549.

Gomes, C., Isabelle Souza, M. F., Chaves, M., Acselrad, M., Freitas, F., Regina, M., & Vanderlei, H. (2022). **Financiamento dos comitês de bacia hidrográfica do estado do Rio de Janeiro**. In: Anais XXIV ENCOB, Foz do Iguaçu, 2022.

Acselrad, M., Franco, M., Constantino, L., Pavan, F., & Formiga-Johnsson, R. M. (2023). **Incorporando o planejamento à prática: a evolução conceitual dos contratos de gestão das águas no estado do Rio de Janeiro**. In: Anais do XXV SBRH, Sergipe, novembro de 2023.

CIA, 62, 2024. **Relatório de Acompanhamento do Contrato de Gestão nº 62, dezembro de 2022**. Disponível no Processo Eletrônico: SEI-070002/017084/2023. Acesso em: 16/03/2024

CIA, 68, 2024. **Relatório de Acompanhamento do Contrato de Gestão nº CG 68, dezembro de 2022**. Disponível no Processo Eletrônico: SEI-070002/015702/2023. Acesso em: 16/03/2024

CIA, 69, 2024. **Relatório de Acompanhamento do Contrato de Gestão nº 69, dezembro de 2022**. Disponível no Processo Eletrônico: SEI-070002/016256/2023. Acesso em: 16/03/2024

CBH PIA, 2023. **Resolução CBH-PIABANHA nº 81, de 12 de dezembro de 2023**. Disponível em: <https://comitepiabanha.org.br/resolucoes/resolucao-cbh-piabanha-22-2014.pdf>. Acesso em 26/03/2024

Comitê Piabanha, **Monitoramento**. Disponível em: <https://comitepiabanha.org.br/institucional/monitoramento/MTk3NA==//gestaorhiv>. Acesso em: 26/03/24

INEA, 2024. **Dados da Cobrança Pelo uso da Água**. Disponível em: <https://www.inea.rj.gov.br/ambiente-mais/>. Acesso em: 26/03/24

Resolução CBH PIABANHA nº 79, de 15 de agosto de 2023. Disponível em: <https://comitepiabanha.org.br/arquivos/artigos/2879/1682/Resolu%C3%A7%C3%A3o%20Comit%C3%AA%20Piabanha%2079.2023.pdf>. Acesso em 28/03/2024

Resolução CBH MPS nº 118, de 14 de agosto de 2023. Disponível em: <https://cbhmedioparaiba.org.br/resolucoes/cbh-mps/2023/118.pdf>. Acesso em 28/03/2024

Resolução CBH R2R nº 86, de 16 de agosto de 2023. Disponível em: <https://cbhriodoisrios.org.br/resolucoes/cbh-r2r/2023/86.pdf>. Acesso em 28/03/2024

Resolução CBH BPSI nº 58, de 16 de agosto de 2023. Disponível em: <https://cbhbaixoparaiba.org.br/resolucoes/cbh-epsi/2023/58.pdf>. Acesso em 28/03/2024.

METODOLOGIAS DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA: ESTUDO COMPARATIVO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS OSTRAS

Maria Inês Paes Ferreira, Thiago Moreira de Rezende Araujo, Ednilson Gomes de Souza Junior, Fernanda Hissa de Faria, Rafael Monteiro Duarte

¹CBH Macaé Ostras/Instituto Federal Fluminense, e-mail: ines_paes@yahoo.com.br;

²Instituto Federal Fluminense, e-mail: taraujo@iff.edu.br;

³Consórcio Intermunicipal Lagos São João, e-mail: ednilson.cilsj@gmail.com;

⁴Consórcio Intermunicipal Lagos São João, e-mail: fernandah.cilsj@gmail.com;

⁵Consórcio Intermunicipal Lagos São João, e-mail: rafael.cilsj@gmail.com.

RESUMO

O monitoramento da qualidade da água é fundamental para a gestão sustentável dos recursos hídricos, permitindo a coleta e a análise de informações sobre o ambiente de maneira organizada. No presente estudo comparam-se duas metodologias de avaliação da qualidade da água: o Índice de Qualidade da Água (IQA) da *National Sanitation Foundation* (NSF), adaptado pelo Instituto Estadual do Ambiente (INEA), e o IQA da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB). O IQA_{NSF-INEA} é utilizado pelo Comitê de Bacia Hidrográfica dos rios Macaé e das Ostras (CBH Macaé Ostras) em seus monitoramentos, enquanto o IQA_{CETESB} foi empregado no Plano de Recursos Hídricos da Região VIII (PRH-VIII). Utilizando dados de monitoramento da bacia do rio das Ostras, foram comparadas as classificações de qualidade da água obtidas por ambas as metodologias. Os resultados demonstraram que as diferenças quantitativas entre os métodos não foram significativas, mas houve divergências qualitativas nas faixas de classificação. O IQA_{NSF-INEA} tendeu a classificar a qualidade da água de forma mais restritiva do que o IQA_{CETESB}, o que pode influenciar na percepção ambiental e nas decisões de gestão. Recomenda-se o uso do IQA_{NSF-INEA} com os parâmetros originais do IQA_{CETESB} (nitrogênio total, fósforo total e sólidos totais) para uma avaliação mais abrangente e precisa da qualidade da água. Conclui-se que a escolha da metodologia de avaliação da qualidade da água é importante para garantir uma gestão eficaz dos recursos hídricos.

Palavras-chave: Monitoramento Ambiental; Gerenciamento de Recursos Hídricos; Indicadores Ambientais; IQA_{CETESB}; IQA_{NSF-INEA}.

INTRODUÇÃO

O monitoramento da qualidade das águas é uma importante ferramenta para a conservação e a gestão dos recursos hídricos, pois ajuda a coletar e a analisar informações sobre o ambiente de forma organizada. O monitoramento permite a identificação de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos que indicam a saúde dos ecossistemas, incluindo a concentração de substâncias poluentes, a presença de microrganismos patogênicos e a disponibilidade de nutrientes essenciais. Neste sentido, os índices e indicadores ambientais surgiram como uma resposta à crescente inquietação social sobre os impactos ambientais associados ao rápido crescimento da economia e à exploração dos recursos ambientais. Além disso, esses indicadores se tornaram essenciais para orientar a criação de políticas públicas e a avaliação de seus desdobramentos. Essa dualidade representa um desafio contínuo: desenvolver indicadores e índices que incorporem uma gama crescente de informações de maneira sistemática e de fácil acesso para os tomadores de decisão (CETESB, 2022).

Especificamente sobre as águas, Von Sperling (2014) aponta a existência de diversos índices que po-

dem ser utilizados para aferir a sua qualidade, como o Índice de Toxicidade (IT), o Índice do Estado Trófico (IET), o Índice de Qualidade das Águas Brutas para Fins de Abastecimento Público (IAP) e o Índice de Qualidade da Água (IQA), que é amplamente utilizado em todo o mundo. Criado em 1970, nos Estados Unidos, pela National Sanitation Foundation (NSF), o IQA é resultado de uma pesquisa de opinião realizada junto a vários especialistas da área, que identificaram os parâmetros mais relevantes para avaliar a qualidade da água, chegando ao conjunto de nove parâmetros: Coliformes Fecais (Termotolerantes), pH, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Fósforo, Nitrato, Temperatura, Turbidez, Sólido Total e Oxigênio Dissolvido. A cada parâmetro foi atribuído um peso e foram traçadas curvas médias de avaliação da qualidade da água em função de sua concentração. Assim, o IQA é calculado com base nas notas individuais de cada parâmetro, elevadas aos seus respectivos pesos (WANICK *et al.*, 2011; VON SPERLING, 2014; CETESB, 2022).

No Brasil, o índice começou a ser utilizado em 1975 pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), que adaptou e desenvolveu um cálculo próprio para o IQA, incorporando novas variáveis consideradas relevantes para a avaliação da qualidade das águas, tendo como determinante principal a sua utilização para abastecimento público (CETESB, 2022). A partir do IQANSF-INEA, cujos pesos são semelhantes aos do IQACETESB, o Instituto Estadual do Ambiente (INEA) realizou uma adaptação (INEA, 2019). Nesta mudança, os parâmetros Fósforo e Nitrato foram substituídos por Fósforo Total e Nitrogênio Total e foram também atribuídos novos pesos a alguns parâmetros, como pode ser observado no Quadro 1.

Quadro 1 - Parâmetros de qualidade da água que compõem o IQA e respectivos pesos.

Parâmetro	Peso w_i (IQA _{NSF-INEA})	Parâmetro	Peso w_i (IQA _{CETESB})
Coliformes termotolerantes	0,16	Coliformes termotolerantes	0,15
pH	0,11	pH	0,12
DBO	0,11	DBO	0,10
Nitrato	0,10	Nitrogênio Total	0,10
Fósforo	0,10	Fósforo Total	0,10
Temperatura	0,10	Temperatura	0,10
Turbidez	0,08	Turbidez	0,08
Sólido Total Dissolvido	0,07	Resíduo Sólido Total	0,08
Oxigênio Dissolvido	0,17	Oxigênio Dissolvido	0,17

Fonte: Adaptado de CETESB (2013) e INEA (2019).

Após obter o resultado, as amostras são classificadas em cinco faixas de valores, que também possuem uma cor a elas associada. Como pode ser observado abaixo, no Quadro 2, o IQANSF-INEA é mais restritivo quanto à classificação das águas em melhor qualidade (ótima e boa), com uma faixa de valor de apenas 30, enquanto o IQACETESB utiliza uma faixa mais larga, de valor igual a 50.

Quadro 2 – Classificação da qualidade de água, segundo a IQANSF-INEA e a IQACETESB.

Classificação da água	IQANSF-INEA		IQACETESB	
	Valores	Cores	Valores	Cores
Ótima	$90 < IQA \leq 100$		$79 \leq IQA \leq 100$	
Boa	$70 < IQA \leq 90$		$51 \leq IQA < 79$	
Regular	$50 < IQA \leq 70$		$36 \leq IQA < 51$	
Ruim	$25 < IQA \leq 50$		$19 \leq IQA < 36$	
Péssima	$0 < IQA \leq 25$		$0 \leq IQA < 19$	

Fonte: Von Sperling (2014).

Wanick *et al.* (2011) compararam as duas metodologias, utilizando como base o monitoramento realizado em corpos hídricos interceptados pela rodovia BR-163, no município de Guarantã do Norte, Mato Grosso. Segundo os autores, as diferenças quantitativas entre os dois métodos não foram significativas ($p \geq 0.05$), enquanto a avaliação qualitativa dos índices apresentou diferenças mais expressivas. Isso ocorre devido à amplitude distinta observada nos valores das faixas dos dois índices, sendo que o índice da NSF-INEA se mostra mais restritivo com as classificações Boa e Ótima, cujos valores variam entre 70 a 100, enquanto a CETESB utiliza uma faixa de valores mais ampla, de 51 a 100. Uma amostra que apresenta $IQA = 55$, por exemplo, seria classificada como regular pelo NSF-INEA e como boa pela CETESB.

No contexto da Região Hidrográfica dos rios Macaé e das Ostras (RH VIII), a análise destas metodologias é de grande importância, visto que pode influenciar na condução de projetos e ações desenvolvidas pelo Comitê de Bacia Hidrográfica dos rios Macaé e das Ostras (CBH Macaé Ostras), em consonância com os diversos programas previstos no seu Plano de Recursos Hídricos (PRH-VIII). No PRH-VIII atualmente vigente (CBH MACAÉ OSTRAS, 2014) o IQACETESB foi utilizado para avaliar a qualidade das águas. Já o INEA vem utilizando o IQANSF modificado (IQANSF-INEA) em seus monitoramentos, que também incluem rios da RH VIII (INEA, 2024). Projetos recentes do Comitê, como o “Estudo de Avaliação do Índice de Qualidade da Água (IQA) e Salinidade da Bacia do Rio das Ostras” e o “Monitoramento Ambiental com ênfase na Gestão de Recursos Hídricos na RH-VIII”, também utilizam o IQANSF. Em 2023, entretanto, o CBH Macaé Ostras deu início ao processo de revisão do seu Plano de Recursos Hídricos. Logo, compreender qual metodologia seria mais indicada para ser utilizada é fundamental para assegurar bons resultados no monitoramento e seus possíveis desdobramentos, como o planejamento de ações e projetos e suas possíveis implicações no processo de enquadramento dos corpos hídricos regionais.

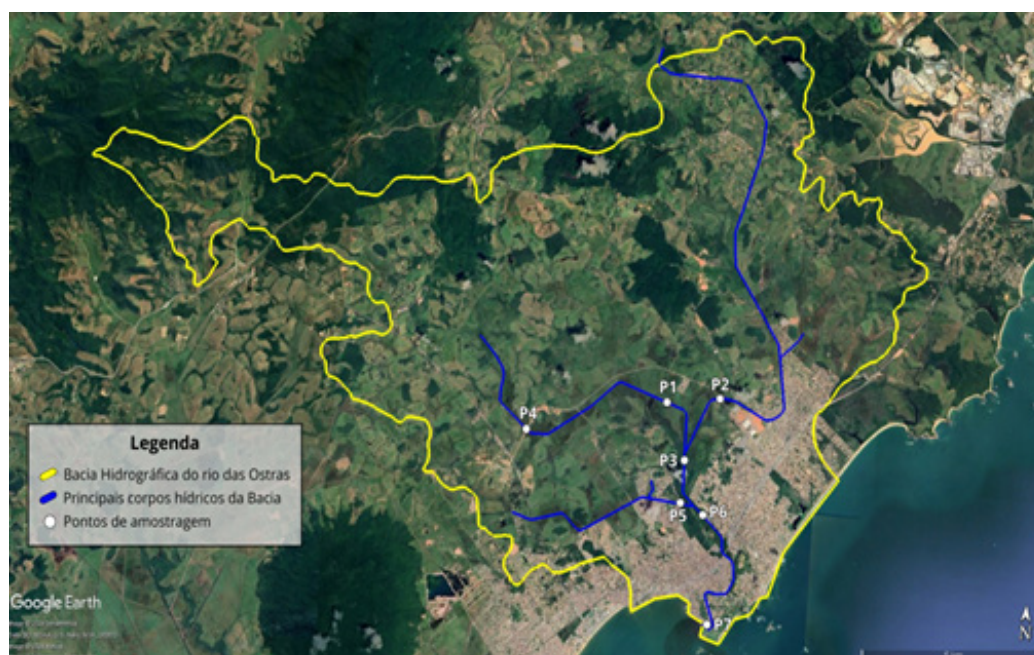
Partindo desta breve contextualização, objetiva-se neste artigo avaliar comparativamente as metodologias IQANSF-INEA e do IQACETESB, utilizadas em monitoramentos da qualidade da água.

METODOLOGIA

Para a avaliação em pauta foram utilizados os resultados do monitoramento realizado no projeto “Estudo de Avaliação do Índice de Qualidade da Água (IQA) e Salinidade da Bacia do Rio das Ostras”, que vem sendo desenvolvido pelo CBH Macaé Ostras desde 2022. Diante da escassez de estudos específicos sobre a qualidade da água nesta região (PRIOSTE, 2007), o projeto se propôs a preencher essa lacuna, não só no tocante ao fornecimento de dados relativos à qualidade das águas, mas também quanto à orientação do desenvolvimento de ações efetivas para sua manutenção e/ou melhoria.

O monitoramento foi realizado em sete pontos de amostragem na Bacia Hidrográfica do Rio das Ostras, localizada na RH VIII do estado do Rio de Janeiro (Figura 1). A bacia possui 157 km² de área, sendo 92,5% pertencentes ao município de Rio das Ostras e 7,5% ao município de Casimiro de Abreu. A região apresenta influência de marés nos rios, com intrusão salina até o ponto de deságue do canal das Corujas no rio das Ostras. Ao longo da bacia, são observadas pastagens, áreas alagadas e um manguezal protegido por regulamentações estaduais e federais (CBH MACAÉ OSTRAS, 2014).

Figura 1 – Carta-imagem com a localização dos pontos de amostragem em Rio das Ostras.



Fonte: Elaborado pelos autores.

No primeiro ano do projeto, nas amostragens realizadas entre setembro de 2022 e maio de 2023, foram analisados 11 (onze) parâmetros físicos, químicos e microbiológicos da qualidade da água superficial em todos os pontos de coleta, entre eles estão: DBO, Coliformes Termotolerantes, Fósforo Total, pH, Nitrogênio Total, Oxigênio Dissolvido, Temperatura, Sólidos Totais, Turbidez, Salinidade e Condutividade. Para os dois últimos parâmetros, além da coleta superficial, também foi realizada coleta no fundo do corpo hídrico. Já no segundo ano do projeto, além dos parâmetros acima mencionados, foram incluídos os parâmetros Nitrato, Fosfato e Sólidos Dissolvidos Totais (CBH MACAÉ OSTRAS, 2022; 2023).

As amostras são avaliadas de acordo com as normativas estabelecidas pela Resolução CONAMA 357/2005, para classe 2 de águas doces. Segundo a CONAMA 357/2005 são consideradas classe 2 as águas doces que não tiverem aprovado seus respectivos enquadramentos. Como a região sofre influência do regime de marés, as águas apresentaram concentrações de salinidade superiores a 0,5 ‰, e foi utilizado como referência os limites estabelecidos para classe 1, para águas salobras e salinas (CBH MACAÉ OSTRAS, 2022; 2023).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados relativos ao cálculo do IQANSF-INEA podem ser observados na Tabela 1. Das quarenta e nove amostragens realizadas entre setembro de 2022 e outubro de 2023, vinte e três foram classificadas como “Ruim”, vinte e quatro como “Regular” e apenas uma como “Boa”.

No segundo ano do projeto foram incluídos os parâmetros Nitrato, Fosfato e Sólidos Dissolvidos Totais, o que permitiu que, além do IQANSF-INEA, também fosse feito o cálculo comparativo com o índice da CETESB. Tal comparação para as campanhas de agosto e outubro de 2023 é apresentada na Tabela 3, que incorpora também as diferenças na classificação.

Tabela 1 - Classificação dos resultados segundo o IQANSF-INEA.

Ponto	Localização	2022		2023					Média
		Set.	Nov.	Jan.	Mar.	Mai	Ago.	Out.	
P1	Afluentes do rio Iriri	49,59	52,98	35,84	44,47	40,96	52,55	29,93	43,76
P2	Rio Jundiá (a montante do deságue no rio das Ostras)	32,79	56,04	39,1	37,69	50,19	63,82	31,5	44,44
P3	Rio das Ostras (a jusante do encontro dos rios Iriri e Jundiá)	47,15	57,44	46,46	50,21	46,01	60,63	49,13	51
P4	Rio Iriri (na intersecção com rodovia Engº Luiz Gonzaga Quirino Tannus)	58,59	51,98	34,84	55,25	53,7	53,67	50,25	51,18
P5	Canal das Corujas (a montante do deságue no rio das Ostras)	48,82	52,38	31,38	56,13	57,01	44,94	25,85	42,21
P6	Rio das Ostras (a jusante da foz do canal das Corujas)	37,77	42,06	40,94	59,57	52,6	64,51	28,35	46,54
P7	Rio das Ostras (a montante da sua foz, após a área urbana)	75,27	57,51	51,33	66,79	52,25	56,15	36,23	56,5

Nota: Cores incluídas conforme classificação NSF-INEA, apresentada no Quadro 1.

Fonte: CBH Macaé Ostras (2022; 2023).

A comparação observada na Tabela 3 corrobora com a análise de Wanick *et al.* (2011), sugerindo que as diferenças quantitativas entre os dois métodos não são significativas. Por outro lado, a diferença entre as faixas de valores utilizadas em cada uma das metodologias é bastante relevante, podendo mascarar os resultados, apontando uma faixa de resultados que não condiz com a realidade.

Devido ao padrão de cores utilizado na divulgação dos resultados, que dispensa um conhecimento aprofundado sobre os parâmetros e cálculos para o seu entendimento, o IQA possui facilidade de comunicação com o público leigo. Por isso, essa estratégia de divulgação de informações sobre projetos como o “Estudo de Avaliação do Índice de Qualidade da Água (IQA) e Salinidade da Bacia do Rio das Ostras”, pode auxiliar na disseminação de informações sobre a realidade ambiental da região para os seus moradores.

Tabela 3 – Comparação dos resultados segundo o IQANSF-INEA e o IQACETESB.

Campanhas	Pontos	Faixas do NSF-INEA		Faixas da CETESB	
		NSF-INEA	CETESB	NSF-INEA	CETESB
Agosto	P1	52,55	52,99	52,55	52,99
	P2	63,82	64	63,82	64
	P3	60,63	61,34	60,63	61,34
	P4	53,67	54,2	53,67	54,2
	P5	44,94	46,64	44,94	46,64
	P6	64,51	65,06	64,51	65,06
	P7	56,15	58,25	56,15	58,25
Outubro	P1	29,53	29,32	29,53	29,32
	P2	29,36	29,36	29,36	29,36
	P3	47,31	50,07	47,31	50,07
	P4	49,91	47,56	49,91	47,56
	P5	26,17	24,81	26,17	24,81
	P6	28,05	28,4	28,05	28,4
	P7	39,98	37,52	39,98	37,52

Nota: Cores incluídas conforme classificações NSF-INEA e CETESB (Observar Quadro 1).

Fonte: Elaborado pelos autores.

Um exemplo dessa afirmação pode ser observado na Figura 2, onde o emprego do IQANSF-INEA evidencia rios em um pior estado de qualidade, enquanto uso do IQACETESB sugere uma situação um pouco melhor.

Figura 2: Representação dos resultados do IQANSF-INEA (direita) e IQACETESB (esquerda) na carta-imagem da bacia hidrográfica, referente à campanha de agosto/2023.



Fonte: Elaborado pelos autores

Neste sentido, com base na representação acima apresentada, pode-se perceber que reportar os resultados de qualidade de água para a sociedade com o índice atualmente utilizado pelo INEA implica em estimular uma percepção ambiental mais acurada do estado ambiental dos corpos hídricos, evidenciando a necessidade da adoção de medidas por parte do poder público e dos usuários da água,

de forma a propiciar a promoção da gestão sustentável dos recursos hídricos, garantindo sua disponibilidade e qualidade para as presentes e as futuras gerações.

Para ser ainda mais restritivo, o IQANSF-INEA deveria utilizar os parâmetros Nitrogênio Total, Fósforo Total e Resíduo Total, ao invés de Nitratos, Fosfato Total e Sólidos Totais Dissolvidos, uma vez que, os valores analíticos dos três primeiros são sempre iguais ou superiores aos dos três últimos, levando a valores iguais ou inferiores de IQA. Além disso, o índice calculado contemplaria mais espécies de nutrientes e de sólidos presentes no corpo hídrico, o que é importante para avaliação real da qualidade da sua água.

CONCLUSÕES

O estudo apresentado evidencia que, quando comparado ao uso do IQANSF-INEA, o emprego das faixas de classificação do IQACETESB mascara resultados de qualidade de água ruim. Tal fato pode ocasionar percepção equivocada no público em geral ou mesmo influenciar negativamente gestores e tomadores de decisão no sentido de estabelecer medidas corretivas, preventivas e ou de formatar políticas públicas capazes de induzir redução da poluição nos corpos hídricos. Para além dessa questão, ressaltamos que as classes de água consideradas no processo de enquadramento levam em conta os valores dos parâmetros em si e não sua manipulação numérica por meio de índices.

Dessa forma, é mais indicado trabalhar com metodologias conservativas para construção de índices de qualidade com vistas à apresentação aos atores sociais, de forma a não gerar expectativas distorcidas acerca dos esforços necessários para alcançar ou manter as classes de água em função dos usos pretendidos. Nesse sentido, entre os índices avaliados, consideramos que o IQANSF-INEA é o mais adequado, mas recomendamos sua utilização com os parâmetros originais do IQACETESB (nitrogênio total, fósforo total e sólidos totais).

Referências Bibliográficas

CBH MACAÉ OSTRAS. Projeto “Estudo de Avaliação do Índice de Qualidade da Água (IQA) e Salinidade da Bacia do Rio das Ostras”. Rio das Ostras, RJ: 2022-2023. Disponível em <https://sigamacae.k2sistemas.com.br/gepro-k2/relatorios/relatorioFicha.html?p=290> Acesso em 08 mar. 2024

CBH MACAÉ OSTRAS. Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica Macaé e das Ostras – RH VIII. 2014. Disponível em: <https://cbhmacae.eco.br/gestao-da-bacia/plano-da-bacia/> Acesso em 07 mar. 2024.

CETESB. Índice de Qualidade das Águas. 2013. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, 2013. Disponível em: <https://www.cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2013/11/02.pdf> Acesso em 11 mar. 2024.

CETESB. Qualidade das Águas Interiores no estado de São Paulo 2022 – Apêndice D: Índices de Qualidade das Águas, Critérios de Avaliação da Qualidade dos Sedimentos e Indicador de Controle de Fontes. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, 2022. Disponível em <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2023/11/Apendice-D-Metodologia-de-Calculo-dos-Indices-de-Qualidade-das-Aguas-2022.pdf> Acesso em 08 mar. 2024.

INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE – INEA. 2019. Índice de Qualidade da Água (IQA). Disponível em: <https://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2019/12/IQA-NSF-Metodologia-Qualidade-de-%C3%81gua-2-dez-2019.pdf> Acesso em: 14 de mar. 2024.

INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE – INEA. Qualidade das Águas por Região Hidrográfica (RHs) - RH VIII - Macaé e das Ostras. 2024. Disponível em <https://www.inea.rj.gov.br/rh-viii-macae-e-das-ostras/> Acesso em 08 mar. 2024.

PRIOSTE, M. A. O. Bacia hidrográfica do Rio das Ostras: proposta para gestão ambiental sustentável. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2007.

VON SPERLING, M. Estudos e modelagem da qualidade da água de rios. 2^a ed. Editora UFMG, Belo Horizonte, 2014.

WANICK, R. C.; SOARES, P. H. M. M.; MACHADO, A. C.; BRITTO, F. G. A.; MURTA, A. L. S.; FREITAS, M. A. V. Avaliação do IQA Como Ferramenta de Avaliação da Qualidade de Água Nos Corpos Hídricos Interceptados Pela Rodovia BR-163 (Guarantã do Norte - MT). Anais do XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Maceió, 2011. Disponível em https://files.abrhidro.org.br/Eventos/Trabalhos/153/43791ccc22fd6c37382d7963fa2e9c80_547d54410916871229faf8f418e9b8bf.pdf Acesso em 08 mar. 2024.

MODELAGEM DE CHEIAS URBANAS EM SANTO ANTÔNIO DE PÁDUA/RJ

Aline Ferreira de Andrade¹, Larissa Rodrigues Turini², Gabriel Figueiredo de Moraes³, Marcelo Gomes Miguez⁴
e Matheus Martins de Sousa⁵

¹Universidade Federal do Rio de Janeiro, e-mail: aline.andrade@coc.ufrj.br

²Universidade Federal do Rio de Janeiro, e-mail: larissa.turini@gmail.com

³Universidade Federal do Rio de Janeiro, e-mail: gabriel.moraes4@gmail.com

⁴Universidade Federal do Rio de Janeiro, e-mail: marcelomiguez@poli.ufrj.br

⁵Universidade Federal do Rio de Janeiro, e-mail: matheus@hidro.ufrj.br

RESUMO

O município de Santo Antônio de Pádua (RJ), tem sido historicamente afetado por inundações, representando um desafio crônico para a comunidade local. Essa condição é influenciada por uma combinação de fatores, incluindo a topografia da região, a proximidade de corpos d'água e o aumento do desenvolvimento urbano. Este estudo tem como objetivo identificar os impactos das cheias da bacia do Rio Pomba no município de Santo Antônio de Pádua, destacando as áreas vulneráveis e determinando locais prioritários para intervenção. Para compreender o fenômeno de cheias urbanas na cidade, foi utilizado o Modelo de Células de Escoamento "MODCEL", ferramenta de simulação hidrodinâmica e hidrológica, considerando uma das maiores vazões históricas registradas no rio Pomba ocorrida no dia 11 de janeiro de 2022. O estudo considerou três cenários distintos: no primeiro, foram consideradas apenas as vazões; no segundo, foi incorporada a chuva ocorrida em 11/01/2022; e, por fim, no terceiro cenário, foi considerada uma chuva com período de retorno de 25 anos. No primeiro cenário, foram identificadas áreas suscetíveis a inundação, especialmente próximas à sede urbana e na região da foz do rio Pomba. No segundo cenário, ao adicionar a precipitação registrada em janeiro de 2022, houve um aumento significativo na cota dos rios e na extensão das áreas inundadas. Já no terceiro cenário, com a chuva de projeto, os resultados foram alarmantes, indicando níveis de água que ultrapassaram os limites críticos em várias áreas, evidenciando um alto risco de inundação. Conclui-se que o modelo foi capaz de identificar as áreas vulneráveis, contribuindo para o aprimoramento das estratégias de gestão de desastres e fornecendo subsídios importantes para a tomada de decisões.

Palavras-chave: Modelagem de cheias; Modelo hidrológico; Inundação; Santo Antônio de Pádua; Rio Pomba.

INTRODUÇÃO

O município de Santo Antônio de Pádua (SAP), localizado no noroeste do estado do Rio de Janeiro, tem sido historicamente afetado por inundações como uma realidade constante, representando um desafio crônico para a comunidade local. Esses eventos hidrológicos têm ocorrido frequentemente na região, especialmente durante os períodos de chuvas intensas (Vieira, 2013). Essa condição é influenciada por uma combinação de fatores, incluindo a topografia da região, a proximidade de corpos d'água e o aumento do desenvolvimento urbano. A impermeabilização do solo devido à expansão das áreas urbanas tem impactado negativamente o sistema de drenagem, tornando a cidade mais vulnerável a inundações.

De acordo com Carvalho (2022), as enchentes em Santo Antônio de Pádua não apenas representam uma ameaça para a segurança e o bem-estar da população local, mas também têm implicações econômicas e sociais significativas. Os danos causados a propriedades, infraestrutura e meios de subsistência são preocupantes e requerem medidas efetivas de gestão de riscos e de adaptação às mudanças climáticas.

Neste contexto, este estudo tem como objetivo identificar os impactos das cheias da bacia do Rio Pomba no município de Santo Antônio de Pádua, destacando as áreas vulneráveis e determinando locais prioritários para intervenção.

METODOLOGIA

Para compreender o fenômeno de cheias urbanas na cidade, foi utilizado o Modelo de Células de Escoamento “MODCEL”, ferramenta de simulação hidrodinâmica e hidrológica, considerando uma das maiores vazões históricas registradas no rio Pomba ocorrida no dia 11 de janeiro de 2022. O estudo considerou três cenários distintos: no primeiro, foram consideradas apenas as vazões; no segundo, foi incorporada a chuva ocorrida em 11/01/2022; e, por fim, no terceiro cenário, foi considerada uma chuva com período de retorno de 25 anos.

A seguir apresentam-se detalhes sobre a área de estudo, uma descrição completa do modelo MODCEL e informações sobre os dados levantados.

Área de estudo

O município de Santo Antônio abrange uma área de aproximadamente 610 km², correspondente a 11,3% da área da Região Noroeste Fluminense. Segundo o IBGE (2022), sua população é estimada em 41.325 habitantes. A região é caracterizada pela presença de morros e vales abertos, nos quais a ocupação urbana está predominante localizada. Quanto ao clima, é classificada como tropical Aw, com verões úmidos e invernos seco, conforme o Método de Köppen. A maior parte da precipitação ocorre durante o verão, enquanto o inverno é mais seco. (IBGE, 2022; BRANDÃO *et al.*, 2015).

A extensão do rio Pomba que passa por SAP é de aproximadamente 7,8 km, representando uma das maiores áreas territoriais na bacia hidrográfica desse rio, totalizando cerca de 482,27 km². Esse trecho do foi modificado para a construção da cidade. Essa situação está relacionada à ocorrência de eventos críticos, como as cheias em SAP. Ao longo da história do município, essas cheias resultaram no transbordamento do rio, causando inundações que geraram diversos prejuízos, tanto materiais quanto humanos (BRANDÃO *et al.*, 2015; CARVALHO, 2022).

MODCEL

O modelo utilizado para simulação, foi o Sistema de Modelagem Computacional (MODCEL) é uma ferramenta usada para simular enchentes urbanas, baseada na subdivisão de uma área em células de escoamento interconectadas. Essas células representam tanto estruturas hidráulicas quanto ambientes naturais ou urbanos. O modelo é unidimensional em sua base, mas capaz de capturar o escoamento em duas dimensões, incluindo transferências entre células superficiais e subterrâneas. A eficácia do modelo depende dos tipos de células e conexões utilizadas (MIGUEZ *et al.*, 2003).

O Modelo de Células é baseado em compartimentos homogêneos interligados, nos quais o perfil da superfície livre é considerado horizontal dentro de cada célula. As células se comunicam através de leis hidráulicas conhecidas, como a equação de Saint-Venant, e a vazão entre elas é determinada pelos níveis d'água no centro de cada célula. Para representar com precisão os processos hidrológicos, são escolhidos cuidadosamente tipos de células e conexões. Existem diversos tipos de células predefinidos, como células de rio, galeria, planície e reservatório, cada uma com características específicas, e as conexões entre elas podem ser do tipo canal, planície, vertedouro ou orifício, representando diferentes padrões de fluxo. O modelo numérico utiliza um esquema de marcha no tempo, sendo implícito e explícito, e resolve o sistema resultante usando um método de “dupla varredura” devido

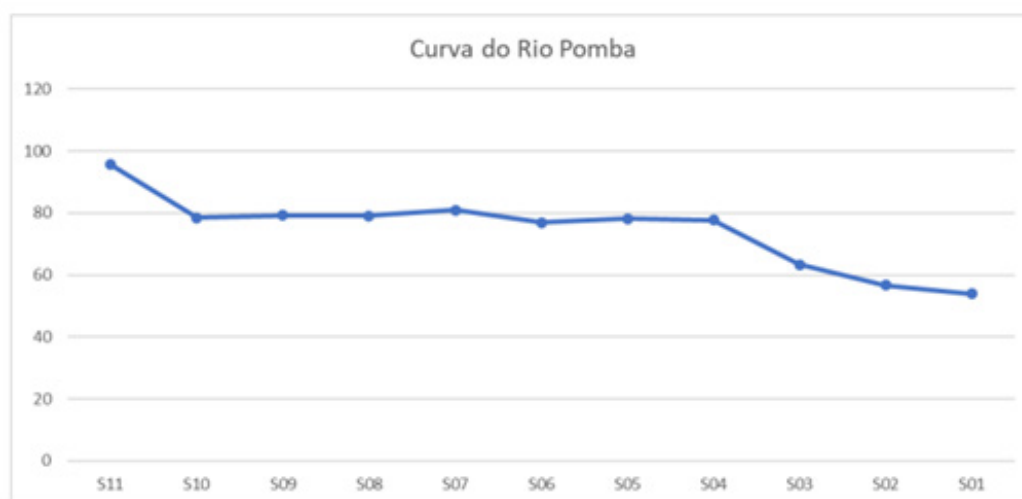
à esparsidade da matriz de coeficientes (MIGUEZ *et al.*, 2003).

LEVANTAMENTO DE DADOS

Levantamento batimétrico

Os dados batimétricos do Rio Pomba foram fornecidos pelo Sistema de Estudos Auxiliares para Gestão do Risco de Inundações da Bacia do Rio Paraíba do Sul, disponibilizados pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), e datam de 2013. A coleta e análise desses dados foram conduzidas pela empresa ENGECORPS. O estudo baseou-se nessas informações topográficas, obtidas em 11 pontos específicos, e foram posteriormente sintetizadas em uma curva batimétrica do horizonte do rio, fornecendo detalhes precisos sobre a topografia do leito do Rio Pomba (Figura 1). No entanto, para células onde não havia informações batimétricas disponíveis, foi necessário realizar interpolações usando métodos estatísticos e matemáticos para estimar as cotas.

Figura 1. Curva do Rio Pomba



Dados climatológicos

Os dados utilizados neste estudo foram medições pluviométricas e fluviométricas localizadas no município de Santo Antônio de Pádua e seus arredores e disponibilizados no Sistema HidroWeb da ANA. A disponibilidade de dados foi o critério adotado na seleção das estações.

Foram utilizados dados de vazão das estações fluviométricas Santo Antônio de Pádua (EF-SAP) de códigos 58790000 e 58790002, consideradas complementares. A estação de código 58790000 está em operação desde 1935 e foi substituída por uma estação telemétrica em 2001, identificada pelo código 58790002. Quanto aos dados de precipitação, foram utilizados os registros disponíveis na estação pluviométrica Santo Antônio de Pádua (EP-SAP), cód. 2142058. A análise incluiu o cálculo dos valores de precipitação média mensal.

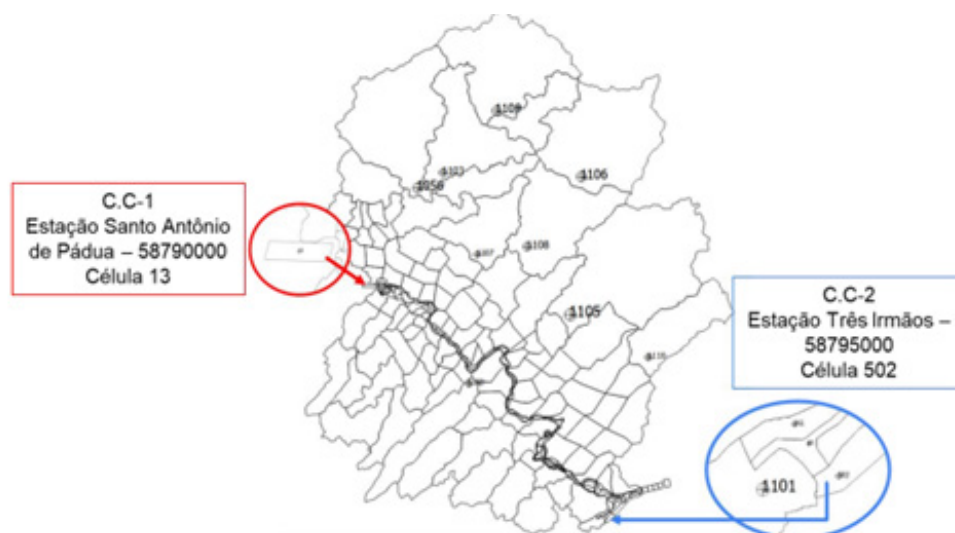
Condições de contorno

Este estudo concentrou-se em uma área específica dentro da bacia hidrográfica do Rio Pomba, com

o objetivo de realizar uma simulação precisa e detalhada dessa região. Sendo assim, foram inseridas duas condições de contorno diretamente relacionadas às vazões. A escolha das vazões foi embasada em um estudo sobre eventos de chuvas intensas, no período de 6 a 12 de janeiro de 2022, que revelou picos significativos nos rios Pomba e Paraíba do Sul. Assim, o dia 11, foi considerado como um período representativo das chuvas intensas. A partir dessa seleção temporal, optou-se por extrair informações específicas das vazões registradas nas estações fluviométricas de Santo Antônio de Pádua (código 58790002) e Três Irmãos (código 58795000).

Com o intuito de garantir uma representação precisa das vazões e ajustar as condições de contorno do modelo, realizou-se uma simulação ao longo de 30 dias. Para a EF-SAP, os registros de vazão do dia 6 ao dia 16 foram utilizados, com uma interpolação linear para estimar os valores representativos. Já para a estação Três Irmãos, situada a jusante da confluência dos rios Pomba e Paraíba do Sul, calculou-se a vazão incremental, utilizando os registros de vazão dessa estação menos os da estação SAP. Posteriormente, aplicou-se uma interpolação linear para simular os valores de vazão. Os dados resultantes foram então incorporados ao modelo, ajustando as condições de contorno para refletir com precisão as informações hidrológicas (Figura 2).

Figura 2. Ilustração das condições de contorno.



Estudo de chuva intensa

Neste item são apresentados estudos detalhados sobre chuvas intensas na localidade de Santo Antônio de Pádua, bem como a equação que descreve a relação entre a intensidade da chuva, sua duração e a frequência com que esses eventos ocorrem, conhecida como equação de intensidade-duração-frequência (IDF).

Chuva crítica

O Relatório Anual do Sistema de Alerta Hidrológico da bacia do rio Pomba (2022) enumerou as dez maiores cheias registradas nas EF-SAP desde o ano de 2001, com base na cota apresentadas (Figura 3). Dessa forma, utilizamos a precipitação ocorrida na EF-SAP (cód. 2142058), no dia 11 de janeiro de 2022, identificada como a segunda maior cheia registrada nos últimos anos, com uma precipitação total de 5 mm. Nesse dia, o rio atingiu a cota máxima de 425 cm, sendo a cota de inundação definida pelo CPRM é de 310 cm, trazendo inúmeros percas materiais e imateriais para o município (Figura 4).

Figura 3: Dez maiores cheias registradas na estação Santo Antônio de Pádua desde 2001 a 2022

Ordem	Santo Antônio de Pádua	
	Cota (cm)	Data
1	450	04/01/2012
2	425	11/01/2022
3	407	15/02/2020
4	383	26/01/2020
5	382	17/01/2004
6	375	01/01/2009
7	373	22/01/2003
8	372	06/03/2020
9	372	29/12/2010
10	363	06/01/2007

Figura 4. Registro do dia 11 de janeiro de 2022. Fonte SF notícias.



Séries históricas

Para determinação da série histórica de chuvas no município, foram usados os dados da EP-SAP (cód. 02142058), operada pela CPRM, abrangendo um período de 55 anos de medições entre 1966 e 2023. Apesar da extensão da região de estudo, apenas essa estação estava em pleno funcionamento. Nas simulações de modelagem hidrológica-hidrodinâmica, foram considerados apenas os dados de chuvas de anos hidrológicos completos (54 anos) do EP-SAP.

Curva IDF

A equação IDF indicada para o município de Santo Antônio de Pádua foi definida por Capozzoli *et al.* (2015) para o município de Miracema, onde foram utilizados os registros de precipitações diárias máximas por ano hidrológico da EP-SAP, código 2142058. A equação da curva IDF se apresenta da seguinte forma:

$$i = 1266,9T^{0,1917} (t+13,2)^{0,8156}, \text{ para } 5 \text{ minutos} \leq t < 24 \text{ horas}$$

Onde i é a intensidade da chuva (mm/h), T é o tempo de retorno (anos), t é a duração da precipitação (minutos) e a , b , c , d são parâmetros da equação.

Para o projeto em questão, foi calculada a chuva de projeto para o tempo de recorrência (TR) de 25 anos, considerando a duração da precipitação ocorrida na área de estudo em um dos piores cenários

de inundação na cidade de Santo Antônio de Pádua, no dia 11 de janeiro de 2022. O Método dos Blocos Alternados foi utilizado para a distribuição temporalmente das chuvas de projeto. Nesse caso, a chuva, com duração total de 1440 minutos, o que equivale a um dia, foi subdividida em 96 intervalos de 15 minutos (Figura 5).

Figura 5. Hietograma de Projeto da Chuva de TR de 25 anos



RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este item será subdividido em: A) Base do modelo; B) Cenário de vazão; C) Cenários chuva intensa em Santo Antônio de Pádua; D) Cenário TR 25.

A. Base do modelo

A hidrografia da área de estudo foi derivada da Base Hidrográfica Ottocodificada da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul da Agência Nacional de Águas (ANA, 2013). O modelo digital de elevação (MDE) utilizado foi o Alos-Palsar, com resolução espacial de 12,5 metros, processado no software ArcGIS 10.3, para a delimitação automática da área da bacia hidrográfica do rio Pomba. O rio Pomba, com origem na Serra da Mantiqueira, caracteriza-se por uma declividade significativa ao longo de seus 265 km de extensão, desaguando no rio Paraíba do Sul. A análise do uso e cobertura do solo baseou-se na Coleção 10 do MapBiomas, referente a 2022, com imagens de satélite Sentinel-2. Na bacia do rio Pomba, pastagens e uso agropecuário predominam, totalizando 81,56% da área, seguidos por formação florestal (15,25%) e áreas urbanizadas (1,64%). A bacia foi discretizada em 270 células de escoamento para simulações hidrológico-hidrodinâmicas contínuas, representando cursos d'água, áreas urbanas e não urbanas, e áreas de encosta. O ponto de entrada foi representado por uma célula, indicando a área de contribuição à montante, enquanto o exutório foi representado pelo rio Paraíba do Sul.

B. Cenário sem chuva

Neste cenário específico, a análise se concentra na aplicação das condições de contorno, onde a chuva não é considerada como um parâmetro de entrada nas simulações, mas ainda influencia significativamente a vazão do rio. A precipitação afeta diretamente o nível e a quantidade de água que chega ao rio, especialmente em áreas de drenagem direta, resultando em escoamento superficial que eventualmente flui para o rio e afeta seus níveis de vazão. Mesmo nessas condições, observa-se a ocorrência de inundações na área urbana de SAP, destacando a importância da vazão como um parâmetro significativo na modelagem de inundação.

C. Cenário com chuva registrada no dia 11 de janeiro de 2022

Nesta seção, descrevemos os resultados da simulação que considerou tanto a vazão como condição de contorno quanto a precipitação ocorrida em 11 de janeiro de 2021. Além disso, destacamos a importância de as análises abrangerem não apenas as condições de contorno à montante de SAP, mas também as vazões de entrada tanto na área de estudo quanto no Rio Paraíba do Sul, elementos cruciais para a compreensão e modelagem das situações de inundação. A simulação e os registros do evento revelaram que o rio Pomba ultrapassou os limites de sua planície de inundação, causando um impacto significativo na cidade de Santo Antônio de Pádua, localizada ao longo de suas margens. A inundação resultante teve consequências consideráveis para a região, afetando principalmente as áreas localizadas em terrenos mais baixos e ao longo dos meandros do rio.

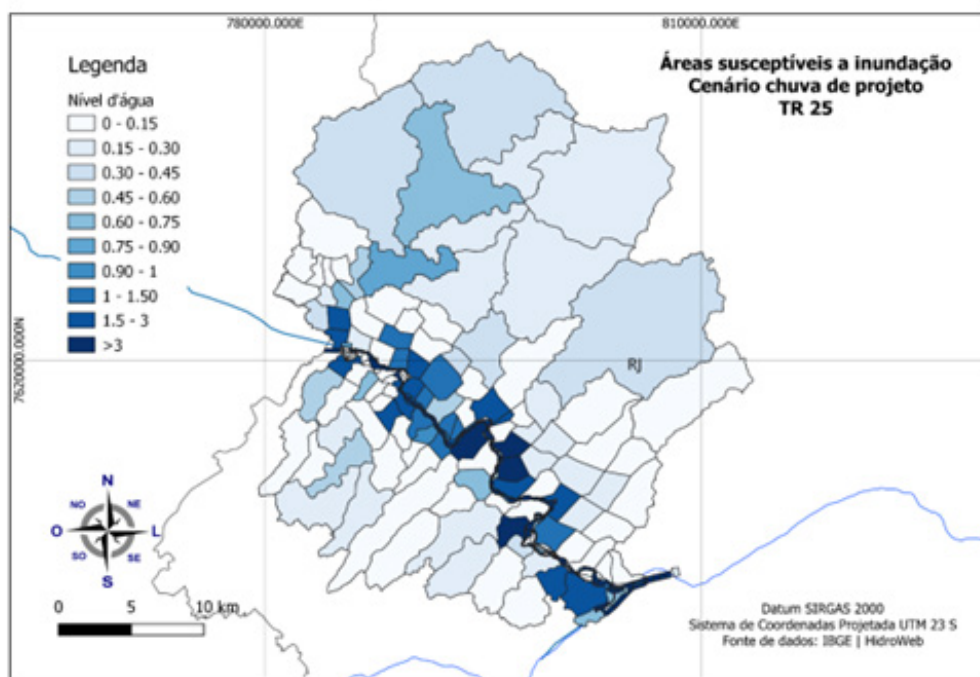
D. Cenário com chuva de projeto TR 25

Nesta etapa, procedemos à simulação do cenário com um Tempo de Retorno (TR) de 25 anos, levando em consideração as características topográficas e a cobertura do solo da área em estudo. Isso envolveu a aplicação de uma precipitação projetada com um intervalo de retorno de 25 anos e uma duração equivalente à chuva crítica da bacia modelada.

A modelagem da situação atual desempenha um papel fundamental, permitindo uma análise diagnóstica detalhada das características das inundações resultantes de chuvas intensas. Isso inclui a determinação das profundidades da água e da extensão das áreas alagadas, informações cruciais para avaliar o potencial de danos associados a eventos de inundação específicos.

Na Figura 6, é apresentada as áreas com potencial de alagamento para uma precipitação com um TR de 25 anos. A área em estudo está localizada a jusante do rio Pomba, que possui uma declividade suave, resultando em um maior tempo de concentração de chuvas. Como resultado, observa-se que grande parte da área possui potencial para alagamentos, conforme indicado pelo modelo. Especialmente, a região onde fica localizado o município de Santo Antônio de Pádua.

Figura 6. Cenário TR 25



A criticidade das inundações observadas para o cenário TR 25 se deve à uma série de fatores, in-

cluindo: Declividades elevadas a montante, que geram respostas rápidas dos escoamentos pluviais, e encontram, a jusante, regiões planas de baixa declividade, que associam elevado aporte de água a dificuldade de escoamento; Dificuldade de escoamento dos cursos d'água a jusante pelo efeito de remanso devido ao encontro com o rio Paraíba do Sul e; Ocupação de áreas marginais aos cursos d'água naturalmente inundáveis.

CONCLUSÕES

Este estudo teve como principal objetivo identificar os impactos das cheias na bacia do rio Pomba, com foco na identificação de áreas vulneráveis e na determinação de locais prioritários para intervenção. Foram simulados três cenários: um sem chuva, utilizando apenas dados de vazão; outro com a precipitação ocorrida em uma das maiores cheias registradas em Santo Antônio de Pádua; e um terceiro com a chuva de projeto, com tempo de retorno de 25 anos.

No primeiro cenário, apenas com dados de vazão, foram identificadas áreas suscetíveis a inundação, especialmente próximas à sede urbana e na região da foz do rio Pomba. No segundo cenário, ao adicionar a precipitação registrada em janeiro de 2022, houve um aumento significativo na cota dos rios e na extensão das áreas inundadas. Já no terceiro cenário, com a chuva de projeto, os resultados foram alarmantes, indicando níveis de água que ultrapassaram os limites críticos em várias áreas, evidenciando um alto risco de inundação.

Conclui-se que os objetivos do estudo foram alcançados com sucesso, demonstrando a eficácia do modelo na simulação dos efeitos das cheias do rio Pomba. O modelo identificou claramente as áreas vulneráveis, contribuindo para o aprimoramento das estratégias de gestão de desastres e fornecendo subsídios importantes para a tomada de decisões visando à proteção de vidas e propriedades.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES).

Referências Bibliográficas

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Base Hidrográfica Ottocodificada da Bacia do Rio Paraíba do Sul. Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos. 2013.

CAPOZZOLI, C.R.; PICKBRENNER, K.; PINTO, E. J. A. Atlas Pluviométrico do Brasil; Equações Intensidade-Duração-Frequência: município Santo Antônio de Pádua/RJ. Estação Pluviométrica Santo Antônio de Pádua, Código 02142058. São Paulo, SP: CPRM, 2015.

CARVALHO, N.P. Análise de eventos de cheias do rio Pomba na cidade de Santo Antônio de Pádua-RJ utilizando o software IBER. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal Fluminense. Volta Redonda, 2022.

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

IBGE, 2022. MAPBIOMAS – Coleção 10 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil. 2022.

MIGUEZ, Marcelo Gomes; *et al.* MODELAÇÃO DE CHEIAS URBANAS – MANUAL DO USUÁRIO DO MODELO DE CÉLULAS DE ESCOAMENTO. Volume 5. 2003. MIGUEZ, Marcelo Gomes;

SALVIANO, Marcos Figueiredo; MATOS, Artur José Soares. Relatório Anual do Sistema de Alerta Hidrológico da bacia do rio Pomba – 2022. São Paulo, SP: CPRM, 2022

VIEIRA, S. D. Logística Humanitária para Amenizar as Consequências Das Inundações em Santo Antônio De Pádua. 123p. Dissertação (Mestrado Departamento de Engenharia Industrial) Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro-RJ, 2013.

MONITORAMENTO AMBIENTAL E MODELAGEM COMPUTACIONAL COM USO DE SISTEMA INTEGRADO DE MÚLTIPLOS SENSORES

Thiago Rodrigues Faria¹; Vicente de Paulo Santos de Oliveira²; Thiago M. de Rezende Araujo³, Jader Lugon Junior⁴

¹Instituto Federal Fluminense, AMBHIDRO, e-mail: r.thiago@gsuite.iff.edu.br;

²Instituto Federal Fluminense, AMBHIDRO, e-mail: vicentepsoliveira@gmail.com;

³Instituto Federal Fluminense, AMBHIDRO, e-mail: thiago_uenf@yahoo.com.br;

⁴Instituto Federal Fluminense, AMBHIDRO, e-mail: jlugonjr@gmail.com

RESUMO

A Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997, também conhecida como Lei das Águas, é um marco na gestão dos recursos hídricos no Brasil, dentre outras providências, essa legislação instituiu o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH), um amplo sistema que engloba a coleta, tratamento, armazenamento e recuperação de informações sobre os recursos hídricos do país, bem como os fatores que influenciam sua gestão. No âmbito estadual, temos as Políticas Estaduais de Recursos Hídricos que atuam também com o objetivo de prevenir e defender contra eventos hidrológicos críticos, naturais ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais. O monitoramento hidrológico é uma ferramenta crucial tanto para o SNIRH quanto para a implementação das políticas estaduais de recursos hídricos, pois envolve um processo sistemático de coleta, análise e interpretação de dados relacionados aos recursos hídricos. Soluções tecnológicas baseadas em IOT e modelagem computacional podem contribuir como ferramentas importantes de apoio à gestão de recursos hídricos.

Palavras-chaves: iot, monitoramento ambiental, modelagem computacional, LPWAN, SNIRH

INTRODUÇÃO

A IMPORTÂNCIA DO MONITORAMENTO HIDROLÓGICO PARA A GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

Contar com uma rede de monitoramento bem distribuída espacialmente e operando continuamente é de extrema importância para o adequado gerenciamento dos recursos hídricos que por sua vez depende essencialmente do conhecimento do comportamento hidrológico das bacias hidrográficas (FIOREZE *et al.*, 2008).

Os dados gerados pela rede de monitoramento são utilizados em estudos hidráulicos e hidrológicos para elaboração de projetos de obras hidráulicas, cálculos de disponibilidade hídrica, demarcações de Faixa Marginal de Proteção (FMP), dentre outros, são de extrema importância no auxílio à previsão de desastres ambientais. (PERHI-RJ, 2014)

A INTERNET DAS COISAS (IOT) E A MODELAGEM COMPUTACIONAL EM RECURSOS HÍDRICOS

A aplicação da Internet das Coisas (IoT) no monitoramento hidrológico representa uma transformação significativa na forma como coletamos, analisamos e utilizamos dados relacionados aos recursos hídricos. Essa tecnologia traz consigo uma série de benefícios como: hardware de menor tamanho e menor custo, sensores mais acessíveis, baixo índice de manutenção, possibilidade de uso de hardwares e softwares livres, comunicação através de tecnologias LPWANs (Low Power Wide Area Network),

menor encapsulamento e a possibilidade de aplicação em sintonia com outras soluções da indústria 4.0, características estas que garantem maior democratização da tecnologia e maior disponibilidade do monitoramento. (SANTOS E BORGES, 2022);

A utilização de modelos computacionais para simular o comportamento de corpos hídricos permite que diversos cenários sejam avaliados sem que haja qualquer prejuízo ao meio ambiente. Assim, possíveis situações anômalas podem ser previstas e medidas preventivas podem ser tomadas pelos órgãos gestores.

O PROJETO: MONITORAMENTO AMBIENTAL E MODELAGEM COMPUTACIONAL COM USO DE SISTEMA INTEGRADO DE MÚLTIPLOS SENSORES, SOB A ÓTICA DA GESTÃO DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS

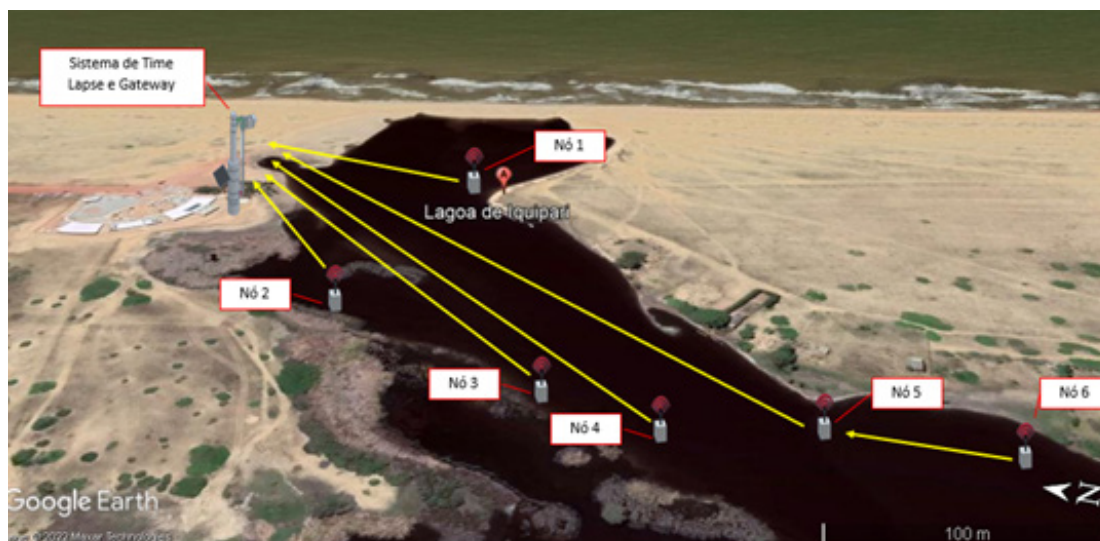
O objetivo geral do projeto de pesquisa MONITORAMENTO AMBIENTAL E MODELAGEM COMPUTACIONAL COM USO DE SISTEMA INTEGRADO DE MÚLTIPLOS SENSORES é prover ferramentas para otimizar o manejo de corpos hídricos através do monitoramento hidrológico multissensorial, com base em recursos de Internet das Coisas (IoT) e ferramentas de modelagem computacional.

O projeto tem como objetivo a utilização de dados provenientes de diversos sensores IoT integrados para a criação de registros históricos de variáveis relacionadas à quantidade e qualidade da água. Esses dados, combinados com técnicas de modelagem computacional, serão empregados para analisar a dinâmica temporal e gerar cenários aplicáveis aos corpos hídricos em estudo.

Com a conclusão do projeto espera-se prover ferramentas para otimizar o manejo de corpos hídricos através da simulação de cenários com uso de ferramentas de modelagem computacional em conjunto com o sistema de sensoriamento integrado de múltiplas variáveis.

Na figura 1 temos a representação de um sistema multissensor instalado em uma alagoa:

Figura 1: Representação de um sistema multissensor a ser instalado na lagoa de Iquipari.



Fonte: Próprio autor (2023)

Características da Internet das Coisas (IoT), que garantem um menor custo de aquisição dos equipamentos, menor custo de manutenção e maior disponibilidade da rede, associadas à possibilidade de utilizar modelagem computacional para uma previsão mais assertiva de cenários, oferecem fer-

ramentas valiosas tanto para a formulação de Políticas Estaduais de Recursos Hídricos como para a elaboração de Planos de Recursos Hídricos, assim como para a expansão do Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O alcance dos objetivos de todo tipo de gestão depende da quantidade e qualidade das informações recebidas. Na perspectiva da gestão ambiental de recursos hídricos, ferramentas como o multisensoriamento integrado e a modelagem computacional podem ser muito úteis para a formação do conhecimento técnico sobre o comportamento das bacias hidrográficas. Isso auxilia na tomada de decisão dos órgãos gestores e na implementação de políticas públicas ambientais, fundamentadas em dados consistentes e com uma boa previsão de cenários futuros.

Referências Bibliográficas

BRASIL (1997). **Lei das Águas**. Lei nº 9.433, de 8 de Janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. Brasília. DOU 09.01.1997.

FIGUEIREDO, A. P.; OLIVEIRA, L. F. C.; FRANCO, A. P. B. (2008). **Avaliação do desempenho de equações de regionalização de vazões na bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Bárbara, Goiás, Brasil**. Revista Água & Ambiente. Interdisciplinary Journal of Applied Science, v. 3, n. 2, pp. 62- 67.

PERHI-RJ (2014). **Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro. RT-02 – Avaliação da Rede Qualiquantitativa para Gestão das Águas no Estado do Rio de Janeiro e Proposição de Pontos de Controle em Bacias Estratégicas**. Fundação COPPETEC, Laboratório de Hidrologia e Estudos de Meio Ambiente. Março de 2014.

RIO DE JANEIRO (1999). **Lei Estadual nº 3.239 de 02 de agosto de 1999**. Institui a Política Estadual de Recursos Hídricos; cria o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos; regulamenta a Constituição Estadual, em seu artigo 261, parágrafo 1º, inciso VII; e dá outras providências.

SANTOS, C. R. B. DOS.; BORGES, E. P. C. (2022). **“Sistema de monitoramento de baixo custo para galpões avícolas de pequeno porte utilizando IoT”**. ForScience, 10(1), e01116. <https://doi.org/10.29069/forscience.2022v10n1.e1116>

TELLES, ANTÔNIO J. SILVA NETO, PEDRO P. G. W. RODRIGUES (2012) **“Avaliação do Sistema de Modelagem MOHID na Delimitação de bacias hidrográficas”**, CMAC Nordeste, 2012.

MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO MÉDIO PARAÍBA DO SUL UTILIZANDO SONDA MULTIPARAMÉTRICA

Bárbara Fontes Silva¹, Luisa Santana Martins¹, Nilo Antonio de Souza Sampaio¹, Carin von Mühlen¹

¹Faculdade de Tecnologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Resende, RJ, Brasil. barbarafontesilva@gmail.com; luisa.martins@discentes.fat.uerj.br; nilo.sampaio@fat.uerj.br; carin@fat.uerj.br.

RESUMO

A região hidrográfica do Médio Paraíba do Sul está inserida em uma das áreas industriais mais desenvolvidas do país onde o Rio Paraíba do Sul atende ao abastecimento público de milhões de habitantes e é corpo receptor de efluentes. O monitoramento da qualidade da água da região é de extrema importância, entretanto, o número de pontos de monitoramento sistemático existentes é insuficiente para atender as demandas de gestão. Este trabalho apresenta os resultados da parceria entre Comitê da Bacia Hidrográfica do Médio Paraíba do Sul (CBH-MPS) através do Grupo Trabalho de Monitoramento e a Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) para realizar o diagnóstico da qualidade da água da região hidrográfica III utilizando Sonda Multiparamétrica. Foram obtidos os registros fotográficos dos pontos de amostragem nas quatro estações do ano, além de resultados analíticos indicando a sazonalidade das questões mais críticas da bacia em termos de qualidade de água. A interação entre CBH-MPS, Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (AGEVAP), UERJ e a comunidade ribeirinha trouxe um novo olhar para as questões da bacia.

Palavras-chave: Qualidade da água, Gestão de recursos hídricos, Análise ambiental.

INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural finito e fundamental para a vida na Terra, contudo, o crescimento populacional desordenado aliado a um estilo de vida não sustentável causou severos danos ao meio ambiente e comprometeram a disponibilidade hídrica. Estima-se que o Brasil detenha entre 12% e 16% da água doce do planeta, no entanto, o país apresenta grandes diferenças biogeofísicas, econômicas e sociais em seu território, variando assim os volumes da água per capita por região (TUNDISI & MATSUMURA-TUNDISI, 2020).

Na região Sudeste a bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul estende-se por territórios de três estados, ocupando uma área de 57.000 km², entre São Paulo (13.605 km²), Rio de Janeiro (22.600 km²) e Minas Gerais (20.500 km²) (MARENGO & ALVES, 2005). Para fins de gestão de recursos hídricos, no estado do Rio de Janeiro foram definidas nove regiões hidrográficas, através da Resolução nº 107/2013 do Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Rio de Janeiro (CERHI-RJ), dentre as quais está a Região Hidrográfica do Médio Paraíba do Sul (RH-III), situada em uma área fortemente industrializada no Vale do Paraíba abrangendo 19 municípios (CBH-MPS, 2022).

O monitoramento da qualidade da água da bacia é um dos principais aspectos do diagnóstico ambiental (FONTANELLA *et al.*, 2009). Na RH-III este monitoramento é uma questão de saúde pública e ambiental, uma vez que o rio Paraíba do Sul atende a região tanto para fins de abastecimento público, quanto para lançamento de efluentes domésticos e industriais. Apesar disso, não há monitoramento em tempo real da qualidade da água da bacia, não existe sistema de alerta para poluição química que possa afetar a captação de água e a quantidade de pontos de monitoramento existentes é insuficiente para a implementação de medidas efetivas de gestão dos recursos hídricos. Além disso, no Relatório sobre o Cenário

Ambiental de 2022 da RH-III (CBH-MPS, 2022), o balanço hídrico de qualidade da água apresentou trechos em situação crítica, ressaltando a necessidade de um melhor monitoramento da qualidade da água, em atenção à resolução nº 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).

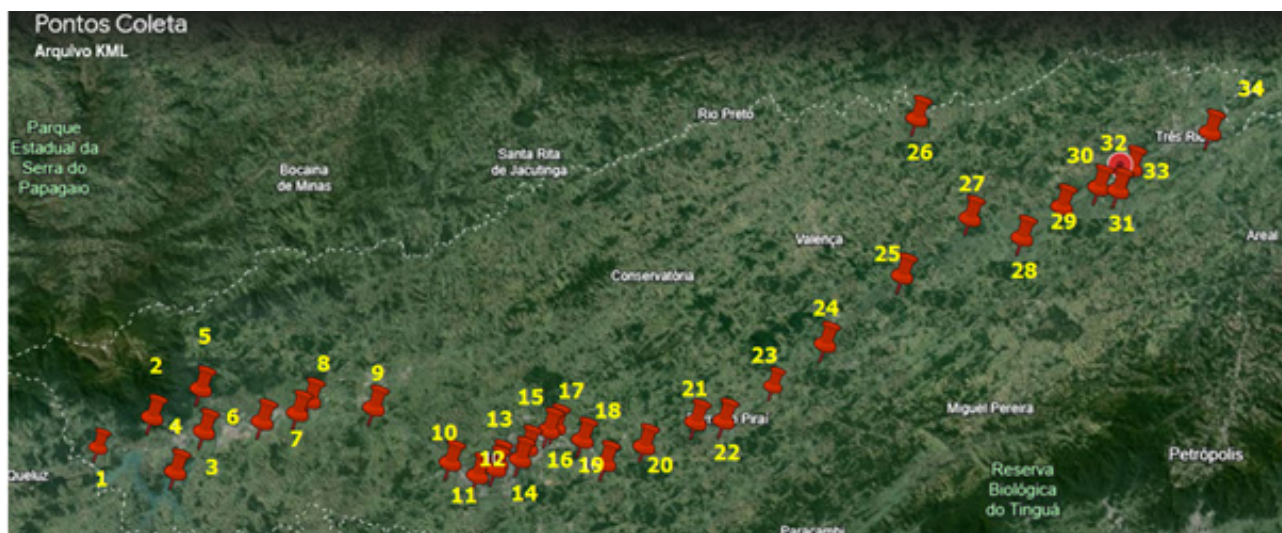
Neste trabalho, serão apresentados os resultados da parceria entre o Comitê da Bacia Hidrográfica do Médio Paraíba do Sul (CBH-MPS) e a Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) na busca de novas estratégias para o diagnóstico da qualidade da água da região de uma forma mais ampla.

METODOLOGIA

O CBH-MPS propôs no Plano de Bacias (CBH-MPS, 2021) a criação de um Grupo de Trabalho focado no monitoramento ambiental da RH-III, o GT-Monitoramento, que, juntamente com a equipe técnica da AGEVAP propôs 40 pontos de interesse para a gestão, visando a realização de um diagnóstico regional. Os critérios definidos para a locação dos pontos foram de localização e acesso, restrição de uso e o alinhamento com o Plano de Bacias.

Durante o trabalho de campo alguns pontos foram excluídos e outros substituídos, devido à dificuldade de acesso, segurança, acesso restrito em propriedade privada e ausência de água, chegando a 34 pontos. Assim, ficaram definidos seis pontos em Volta Redonda, quatro em Resende, quatro em Itatiaia, três em Barra Mansa, dois em Pinheiral, três em Barra do Piraí, cinco em Paraíba do Sul, dois em Rio das Flores e um em Três Rios. A figura 1 apresenta a distribuição dos 34 pontos de coleta no mapa e a tabela 1 traz a localização, corpo hídrico analisado e ponto de referência.

Figura 1: Distribuição dos 34 pontos de Monitoramento de Qualidade da Água com a Sonda Multiparamétrica na Região Hidrográfica do Médio Paraíba do Sul.



Fonte: Google Earth, 2024.

As análises foram feitas em campo com sonda multiparamétrica YSI ProDSS, adquirida pelo CBH-MPS, acoplada com os sensores de Turbidez, pH, Oxigênio Dissolvido, Condutividade, além de GPS e medidor de temperatura e pressão barométrica. O treinamento para operação da sonda foi realizado para membros do CBH-MPS, equipe técnica da AGEVAP e pesquisadores da UERJ.

Tabela 1: Localização, referência e corpo hídrico dos 34 pontos de Monitoramento de Qualidade da Água com a Sonda Multiparamétrica na Região Hidrográfica do Médio Paraíba do Sul (continua)

Ponto	Local	Referência	Corpo Hídrico	Coordenadas
1	Resende	Engenheiro Passos	Ribeirão da Água Branca	-22°29'55";-44°40'31"
2	Itatiaia	Hotel de Trânsito	Rio Campo Belo	-22°27'39";-44°35'58"
3	Itatiaia	Funil	Rio Paraíba do Sul	-22°31'42";-44°34'7"
4	Itatiaia	Hyundai	Rio Bonito	-22°28'44";-44°31'50"
5	Itatiaia	Penedo	Ribeirão das Pedras	-22.42558;-44.53413
6	Resende	Sesmarias	Rio Sesmarias	-22°28'1";-44°27'6"
7	Resende	Pirapetinga	Rio Pirapetinga	-22°27'23";-44°24'13"
8	Resende	Lagoa da Turfeira	Lagoa da Turfeira	-22°26'26";-44°23'12"
9	Barra Mansa	Quatis X Floriano	Rio Paraíba do Sul	-22°27'1";-44°18'0"
10	Barra Mansa	Rio Bananal	Rio Bananal	-22°31'7";-44°11'48"
11	Barra Mansa	Rio Barra Mansa	Rio Barra Mansa	-22°32'50";-44°9'35"
12	Volta Redonda	Ponte Alta	Rio Paraíba do Sul	-22°31'35";-44°8'8"
13	Volta Redonda	Córrego Bugio	Córrego do Bugio	-22°31'7";-44°7'58"
14	Volta Redonda	Laranjal	Ribeirão Brandão	-22°30'53";-44°6'7"
15	Volta Redonda	Aterrado	Rio Paraíba do Sul	-22°30'1";-44°5'35"
16	Volta Redonda	Escória CSN	Rio Paraíba do Sul	-22°28'43";-44°3'48"
17	Volta Redonda	Dom Bosco - Ribeirão	Ribeirão do Inferno	-22°28'26";-44°3'18"
18	Pinheiral	Parque Fluvial	Rio Paraíba do Sul	-22°29'23.7";-44°01'03.8"
19	Pinheiral	Pinheiral - Rio Cachimbal	Rio Cachimbal	-22°31'12.5";-43°59'14.9"
20	Barra do Pirai	Estrada Vargem Alegre	Rio Paraíba do Sul	-22°29'56";-43°56'4"
21	Barra do Pirai	Ponte Preta	Rio Ipiabas	-22°28'6";-43°51'53"
22	Barra do Pirai	Barra Do Pirai Centro	Rio Pirai	-22°28'1";-43°49'36"
23	Vassouras	Vassouras - Lucio Meira	Rio Paraíba do Sul	-22°25'26";-43°45'39"
24	Vassouras	Barão de Juparanã	Córrego das Mortes	-22°22'16";-43°41'23"
25	Vassouras	Sebastião Lacerda	Rio Paraíba do Sul	-22°17'08.9";-43°35'09.1"
26	Rio das Flores	Rio das Flores	Rio das Flores	-22°5'22";-43°33'59"
27	Rio das Flores	Abarracamento	Rio da Divisa	-22°12'48";-43°27'42"
28	Vassouras	Andrade Pinto - Ponte	Rio Ubá	-22°14'17";-43°25'25"
29	Paraíba do Sul	Posto Imperador	Ribeirão da Boa Vista	-22°11'56";-43°22'11"
30	Paraíba do Sul	Rio Chacarinha	Rio Chacarinha	-22°10'29";-43°19'12"

Ponto	Local	Referência	Corpo Hídrico	Coordenadas
31	Paraíba do Sul	Paraíba do Sul - Ponte	Córrego da Covanca	-22°10'29";-43°19'12"
32	Paraíba do Sul	Paraíba do Sul - Pedestres	Córrego do Inema	-22°10'42";-43°17'38"
33	Paraíba do Sul	Cerâmica	Rio da Barra do Rio Novo	-22°9'1";-43°16'32"
34	Três Rios	Três Rios - Piracanjuba	Rio Paraíba do Sul	-22°6'17";-43°10'7"

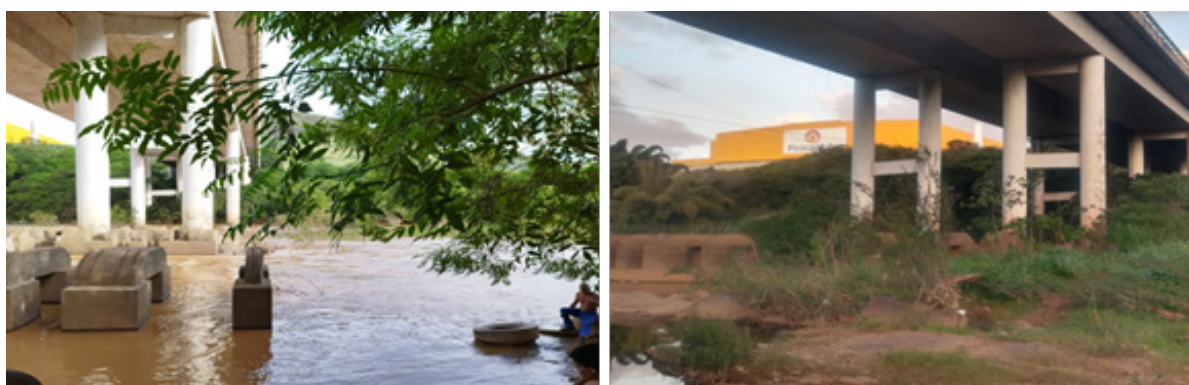
Fonte: Os autores, 2024.

A calibração do equipamento foi realizada antes de cada campanha de amostragem no laboratório de Análises Ambientais do Campus Regional de Resende da UERJ. Foram realizadas quatro campanhas no ano de 2023, envolvendo integrantes do CBH-MPS, equipe técnica da AGEVAP, uma professora e bolsistas da UERJ. A primeira campanha foi realizada entre fevereiro e março, a segunda em maio, a terceira entre agosto e setembro e a quarta em dezembro. Cada campanha foi realizada em quatro dias. Foi feito o registro fotográfico de todos os pontos de coleta em todas as amostragens.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Integração dos atores da bacia para acompanhar em campo a bacia hidrográfica teve um impacto importante como estratégia de gestão. Os resultados de cada campanha foram apresentados nas reuniões Plenárias do CBH-MPS, com o registro fotográfico das questões mais críticas observadas, como a mudança drástica de vazão do Rio Paraíba do Sul entre março e maio no ponto de Três Rios, conforme mostra as figuras 2 e 3.

Figuras 2 e 3: Ponto do Rio Paraíba do Sul em Três Rios nos meses de março e maio, respectivamente.



Fonte: Os autores, 2023.

Como as coletas aconteceram em diferentes estações do ano, foi possível observar variação dos parâmetros em virtude da cheia e seca e realizar um estudo estatístico. Em épocas de cheia, com o alto índice pluviométrico os sedimentos do fundo do leito se movem e a alta vazão provoca deslizamento de encostas o que fez aumentar o número de partículas em suspensão na água e por consequência a turbidez. Além disso, aumenta a contribuição das fontes difusas de poluição. Em épocas de seca, a turbidez variou menos servindo de indicador para interferência antrópica, com valores baixos em pontos com pouca interferência, e altos em pontos com bastante interferência.

No rio Piraí, no centro de Barra do Piraí, teve uma variação significativa na turbidez em dezembro após a passagem do Programa Limpa Rio do Instituto Estadual do Ambiente do Rio de Janeiro (INEA), conforme mostra as figuras 4 e 5, onde no início de setembro havia o crescimento de várias macrófitas aquáticas e a água mais clara, ainda no período de estiagem, e em dezembro o leito todo revirado depois da passagem das máquinas de limpeza.

Figuras 4 e 5: Ponto do Rio Piraí em Barra do Piraí nos meses de setembro e dezembro, respectivamente.

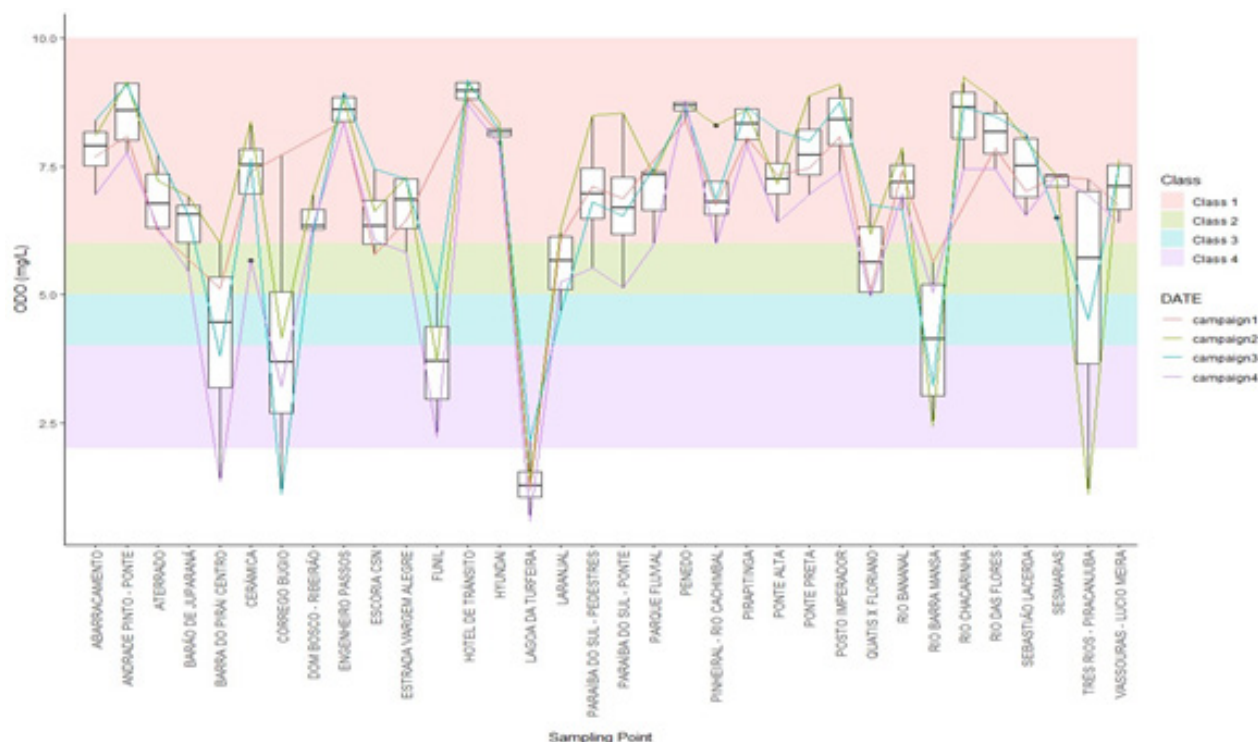


Fonte: Os autores, 2023.

O oxigênio dissolvido (OD) foi afetado, sobretudo pela falta de chuvas, visto que é indicador de poluição por esgoto e varia dependendo da vazão do corpo hídrico e de sua capacidade de autodepuração. Em Três Rios, ponto do Rio Paraíba do Sul depois da transposição, o oxigênio dissolvido variou tanto em função da vazão que poderia ser enquadrado, conforme a Resolução CONAMA 357/2005, como Classe 1 (acima de 6 mg/L) em março e dezembro, como Classe 3 (entre 4 e 5 mg/L) em agosto e como Classe 4 (acima de 2 mg/L) em maio. Devido à estiagem, a vazão em maio era tão pequena que não era suficiente para diluir o esgoto lançado na região.

No boxplot da figura 6 pode ser observado que, assim como aconteceu em Três Rios, outros pontos também variaram o teor de OD em função da vazão do corpo hídrico entre as campanhas, de maneira que poderiam ser enquadrados em classes diferentes ao longo do ano, como em Barra do Piraí no Rio Piraí, no Córrego Bugio em Volta Redonda, na represa do Funil em Itatiaia e no Rio Barra Mansa em Barra Mansa. O diagrama da figura 6 aponta para outra situação que serve de alerta, que é o caso da Lagoa da Turfeira em Resende, em que o teor de OD ficou abaixo de 2,5 mg/L nas quatro campanhas, estando fora da faixa de classes da resolução CONAMA 357/2005.

Figura 6: Boxplot do Oxigênio Dissolvido dos 34 pontos nas 4 campanhas de coleta de 2023 segundo a CONAMA 357/2005

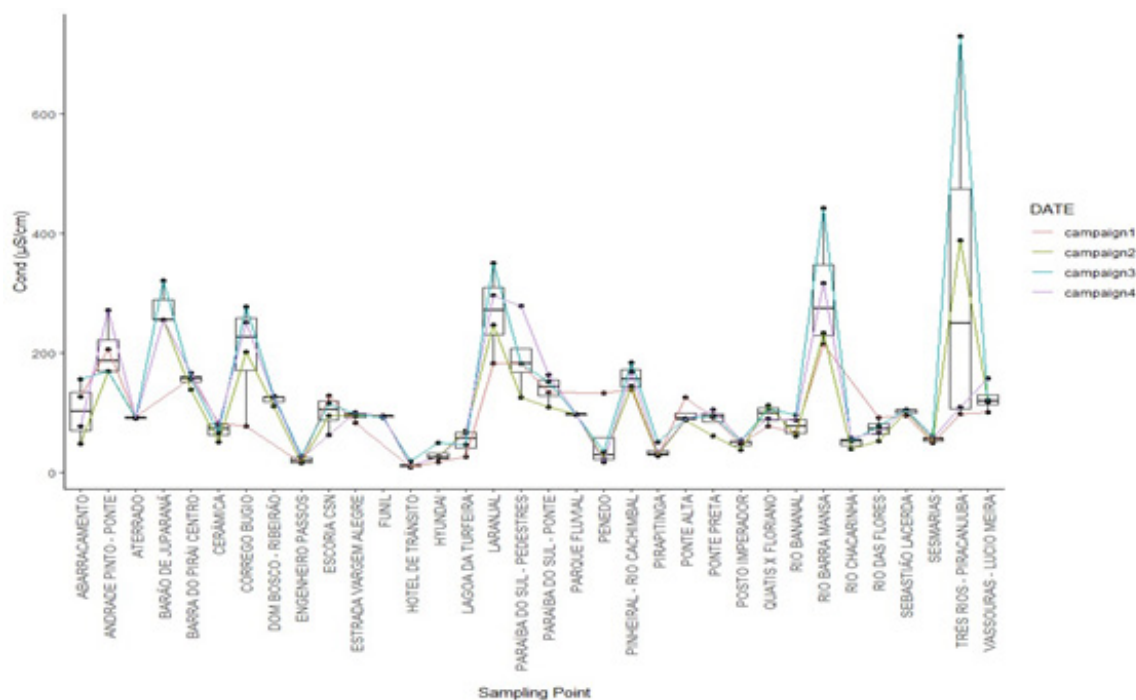


Fonte: Os autores, 2024.

Para o pH a CONAMA 357/2005 aponta valores entre 6 e 9 e os resultados, em maioria, não saíram dessa faixa, apresentando variação entre os pontos e nas estações do ano devido a mudança na temperatura e a poluição.

Para a condutividade, apesar de não existir padrão na legislação, Von Sperling (2007) sinaliza para águas naturais valores entre 10 e 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$, acima disso é indicador de contaminação, tanto por esgoto quanto por metais, servindo como um importante parâmetro para a definição dos pontos que necessitam de investigação mais profunda visto se tratar de uma região com presença marcante da siderurgia. O boxplot da figura 7 mostra que diversos pontos apresentaram valores maiores que a faixa de Von Sperling (2007), principalmente em afluentes que passam por regiões urbanizadas como o Ribeirão Brandão no Laranjal em Volta Redonda, o Rio Barra Mansa em Barra Mansa e o Córrego Bugio em Volta Redonda. Em Três Rios, a variação da condutividade está relacionada com a mudança da vazão que também afetou o OD, mas de forma inversamente proporcional, em que quanto maior a condutividade menor a vazão encontrada.

Figura 7: Boxplot da Condutividade dos 34 pontos nas 4 campanhas de coleta de 2023 segundo a CONAMA 357/2005.



Fonte: Os autores, 2024.

CONCLUSÕES

De forma geral, a avaliação dos parâmetros analisados mostrou o quanto a mudança na vazão dos corpos hídricos e a poluição urbana e industrial afetam a bacia, podendo interferir no ecossistema e prejudicar o uso pela população. Os resultados obtidos serviram como base para a definição dos pontos que necessitam de monitoramento mais detalhados com coletas de amostras para análises laboratoriais e também para a definição dos pontos de monitoramento em tempo real, que são as próximas etapas da pesquisa.

O monitoramento contribuiu também para alertar quanto aos efeitos da transposição do Rio Paraíba do Sul na bacia, servindo como um importante instrumento para a gestão de recursos hídricos. Além disso, a integração entre CBH-MPS, AGEVAP e UERJ com a comunidade ribeirinha e a bacia, trouxe para as reuniões Plenárias um novo olhar sobre o que de fato está sendo observado na bacia e uma nova perspectiva para a gestão.

Agradecimentos

Agradecemos ao CBH-MPS e a AGEVAP por todo suporte e realização em conjunto do trabalho de campo e a UERJ pela bolsa do Projeto de Apoio a Tecnologia e Inovação (PROATEC) e bolsa de Extensão do Projeto Águas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CBH-MPS. Comitê da Bacia Hidrográfica do Médio Paraíba do Sul. Plano de Bacia da Região Hidrográfica do Médio Paraíba do Sul (RH-III). Resende, RJ: Profill, 2021.

CBH-MPS. Comitê da Bacia Hidrográfica do Médio Paraíba do Sul. Relatório Sobre o Cenário Ambiental. Exercício 2022.

CERHI-RJ. Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Rio de Janeiro. Resolução nº 107 de 22 de maio de 2013. Aprova nova definição das regiões hidrográficas do estado do Rio de Janeiro e revoga a resolução CERHI nº 18 de 08 de novembro de 2006.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Publicada no Diário Oficial da União nº 053, de 18 de março de 2005, págs. 58-63.

FONTANELLA, A.; COUTINHO, A.; PERRY, C.; RHEINHEIMER, C.; SCHNECK, F.; IOB, G.; MATTEI, G.; SILVA, J.; MAHFUS, J.; TALLINI, K.; AMARAL, K. F.; VASCONCELOS, M.; BERGMANN, M.; LANGONE, P.; PEREIRA, R.; DA SILVA, R. R. DA S. R.; ÁVILA, T.; SOLDATELLI, V. F.; RODRIGUES, G. G.; GUERRA, T.; HARTZ, S. M.. Diagnóstico ambiental da bacia hidrográfica do Rio da Ilha, Taquara, RS. Revista Brasileira de Biociências, Porto Alegre, v. 7, n. 1, p. 23-41, jan./mar, 2009.

GOOGLE EARTH. Disponível em: <http://earth.google.com/>, 2024.

MARENGO, J. A.; ALVES, L. M. Tendências Hidrológicas da Bacia do Rio Paraíba do Sul – Revista Brasileira de Meteorologia, v. 20, n. 2, p. 215-226, 2005.

VON SPERLING, M. Estudos de modelagem da qualidade da água de rios. Belo Horizonte: UFMG, 2007. Vol. 7. 452 p.

TUNDISI, J.G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. A Água. Editora Scienza: São Carlos, 2020.

Monitoramento de lagoas costeiras de São João da Barra e da Foz do Rio Paraíba do Sul através da determinação do IQA

Elianna Menezes Santana¹, Vicente de Paulo Santos de Oliveira², Mikaella Corrêa Santos³, João Victor França de Abreu Terra⁴ e Carolina Ramos de Oliveira Nunes⁵

¹Instituto Federal Fluminense, e-mail: menezeselianna@gmail.com;

²Instituto Federal Fluminense, e-mail: vicentepsoliveira@gmail.com;

³Unopar, e-mail: mikaella.correa@yahoo.com.br;

⁴Instituto Federal Fluminense, e-mail: joaovfaterra@gmail.com;

⁵Laboratório de Análise e Monitoramento das Águas-Polo de Inovação Campos dos Goytacazes-IFF, e-mail: carolina.nunes@gsuite.iff.edu.br

RESUMO

O monitoramento constante da qualidade da água é imprescindível na determinação do grau de interferência das atividades antrópicas em um corpo hídrico. Nesse contexto, os Índices de Qualidade de Água (IQAs) surgem no intuito de resumir os parâmetros mais significativos em um valor único, facilitando a interpretação dos dados e comparação dos resultados. Portanto, o objetivo desta pesquisa é fazer o monitoramento da qualidade da água das lagoas de Grussaí, Iquipari, do Balneário e da antiga Foz do Rio Paraíba do Sul através da análise de parâmetros físico-químicos e microbiológicos e da determinação do IQA. As amostras foram coletadas nos meses de outubro e novembro de 2023, em um ponto de cada corpo hídrico e foram analisados nove parâmetros de qualidade de água utilizados no cálculo do IQA. Os resultados para o IQA nas lagoas do Balneário e de Iquipari enquadram-se na faixa de qualidade boa, já a lagoa de Grussaí obteve qualidade regular e a Foz obteve qualidade boa na segunda saída de campo.

Palavras-Chave: Enquadramento. CONAMA nº 357/2005. Análise físico-química. Qualidade da água. Recursos hídricos.

INTRODUÇÃO

As lagoas costeiras são ecossistemas importantes para o homem, que as utiliza de diversas formas ao longo do tempo. Além de contribuírem para a paisagem, para o lazer, como fonte de pesca, coleta de plantas aquáticas, extração de sal e expansão urbana, estas valorizam as regiões onde estão localizadas são usadas, porém também são usadas para despejo de efluentes domésticos e industriais (Esteves, 1998).

Essas lagoas também desempenham um papel importante na manutenção do lençol freático e na estabilidade climática local e regional. Como são visadas economicamente para diversos fins, ocorre juntamente a transformação desses ambientes em áreas de lazer, como balneários (Esteves, 1998).

Assim, é fundamental monitorar continuamente a qualidade da água para avaliar o impacto dos processos que alteram um corpo hídrico. Esses dados são essenciais para orientar as ações dos órgãos competentes na recuperação ou preservação da qualidade da água, permitindo o uso sustentável desse sistema, sem prejudicar a saúde humana e o ecossistema (Souza, 2015).

O surgimento do Índice de Qualidade da Água (IQA) foi motivado pela necessidade de se ter um valor único que considerasse os parâmetros mais importantes. Ele visa identificar a contaminação por esgoto doméstico, nutrientes e sólidos, caracterizando a qualidade da água de forma compreensível, facilitando a interpretação dos dados e a comunicação entre profissionais e o público em geral. (Brown *et al.*, 1970).

As lagoas de Iquipari e Grussaí estão situadas na região Norte Fluminense, no município de São João da Barra. Estão dispostas paralelamente à costa e possuem cerca de 7 km cada uma, sendo separadas do mar por um cordão de areia, com origem de processos geomorfológicos. As duas lagoas fazem parte da Reserva Particular do Patrimônio Natural da Caruara (RPPN), que possui um importante remanescente de restinga, sendo estas lagoas classificadas como de restinga. São lagoas muito utilizadas como balneários pela população regional (Ramos, 2019).

Além disso, as duas lagoas ainda sofrem com impactos por aberturas irregulares da barra, pelo forte crescimento populacional no entorno e despejo irregular de efluente doméstico principalmente na lagoa que Grussaí, que apenas uma parte se encontra em proteção pela RPPN Caruara (Sousa e Palagar, 2015)

A lagoa do Balneário é pequena, com cerca de 2,5 hectares, apesar disso ela é importante, pois está localizada em um espaço visitado pela comunidade para lazer e práticas esportivas. O corpo d'água é abastecido pelo lençol freático e precipitação, porém provavelmente recebe despejo de efluente do próprio Balneário, contendo em suas margens placas proibindo sua utilização. (Terra *et al.*, 2023)

A Foz do Rio Paraíba do Sul (Foz RPS) em Atafona fechou, devido as contínuas baixas vazões deste. Assim, foi formada uma barra de aproximadamente 100 metros pelo depósito de areia feito pelo mar, resultando em uma pequena enseada que tem sido utilizada pela comunidade como novo espaço de lazer. (Ferreira, 2023)

Portanto, o presente trabalho teve como objetivo geral monitorar a qualidade da água das lagoas de Grussaí, Iquipari e do Balneário, além da antiga Foz do Rio Paraíba do Sul, através da caracterização de parâmetros físico-químicos e microbiológicos e da determinação do IQA.

METODOLOGIA

Coletas das amostras

O estudo foi realizado nas lagoas de Iquipari, Grussaí e do Balneário, além da antiga foz do Rio Paraíba do Sul, corpos d'água situados no município de São João da Barra. Foi selecionado 1 ponto próximo à margem de cada local. As coletas ocorreram em duas campanhas e foram realizadas nos mesmos pontos de cada corpo hídrico.

A primeira saída de campo (S1) foi realizada no dia 09 de outubro de 2023, dia de clima ensolarado e a segunda saída de campo (S2) foi realizada pouco mais de 1 mês depois, no dia 27 de novembro de 2023, dia de clima nublado e sem precipitação no momento de coleta. Foram coletadas amostras simples em frascos de polipropileno de 500 mL, para as análises físico-químicas, e frascos com capacidade de 100 mL, previamente autoclavados, para amostras levadas para as análises microbiológicas. As amostras foram coletadas superficialmente ao espelho d'água, com inserção dos frascos diretamente no corpo hídrico e logo foram armazenadas e conservadas em caixa térmica para serem encaminhados ao laboratório.

Análises físico-químicas e microbiológicas

A seguir, na Tabela 1, estão listados os parâmetros que foram analisados no local de coleta (*in loco*) e no Laboratório de Análise e Monitoramento das Águas (LabFoz) do Polo de Inovação Campos dos Goytacazes/RJ do Instituto Federal Fluminense (PICG/IFF). Os métodos de análise seguiram as normas técnicas estabelecidas pelo *Standard Methods for examination of water & wastewater 23th* (2017).

Tabela 1: Parâmetros e métodos utilizados para análise

Análise	Método ou equipamento utilizado
Coliformes termotolerantes e <i>Escherichia coli</i>	Método Colilert
Demanda bioquímica de oxigênio (DBO _{5,20})	Aparelho de medição de DBO Aqualytic (Modelo AL 606)
Condutividade	Condutivímetro de bancada Digimed (Modelo DM32)
Salinidade	
Temperatura (<i>in loco</i>)	Oxímetro portátil Alfakit (Modelo AT 160)
Oxigênio dissolvido (<i>in loco</i>)	
Turbidez	Turbidímetro
pH	pHmetro
Fósforo total	Colorimétrico - Espectroscopia de UV/Vis
Nitrato	Cromatógrafo de íons Metrohm 883 Basic IC Plus
Resíduo total	Gravimétrico

O índice de qualidade de água (IQA) foi desenvolvido pela *National Sanitation Foundation* (NSF), dos Estados Unidos e a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) adaptou este índice em 1975, sendo este muito empregado no Brasil atualmente. O IQA corresponde a um número obtido pela média ponderada das qualidades de água correspondentes aos nove parâmetros que o compõem, apresentados na tabela 1, e cada um destes recebe um determinado peso (ANA, 2024). O cálculo é feito com a seguinte fórmula (CETESB, 2018):

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i}$$

onde:

IQA: Índice de Qualidade das Águas, variando entre 0 e 100; q_i : qualidade do i -ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido da respectiva “curva média de variação de qualidade”, em função de sua concentração ou medida; w_i : peso atribuído ao i -ésimo parâmetro, em função da sua importância na qualidade, entre 0 e 1; n : número de variáveis que entram no cálculo do IQA.

Os valores de IQA são classificados em faixas (Tabela 2), porém essas faixas podem variar entre os estados (ANA, 2024).

Tabela 2: Faixas de qualidade do IQA.

Categoria	Ponderação
ÓTIMA	$79 < IQA \leq 100$
BOA	$51 < IQA \leq 79$
REGULAR	$36 < IQA \leq 51$
RUIM	$19 < IQA \leq 36$
PÉSSIMA	$IQA \leq 19$

Fonte: CETESB (2018)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005, são caracterizadas como água doce aquelas que têm salinidade igual ou inferior a 0,5 ‰ (partes por mil, em razão da massa), água salobra, que tem entre 0,5 ‰ e 30 ‰ e água salina acima de 30 ‰. Pelos resultados obtidos, observa-se que os pontos coletados das lagoas de Grussaí, Iquipari e do Balneário apresentam salinidade superior a 0,5 ‰ (Tabela 3), tratando-se, portanto, de corpos hídricos de água salobra. Já a antiga foz do RPS apresentou grande variação de salinidade na segunda saída de campo, característica esperada, pela influência da maré no local. Desta forma, as lagoas se enquadram no padrão para água salobra classe I e nessa pesquisa os resultados serão comparados à essa classe apresentada.

A turbidez representa o grau de interferência da passagem de luz através da água, que confere aparência turva devido à presença de sólidos em suspensão (Sperling, 2005). Todos os pontos apresentaram resultados baixos de turbidez nas duas saídas de campo e, segundo a resolução CONAMA nº 357/2005, substâncias que produzem cor, odor e turbidez devem estar virtualmente ausentes, característica que foi verificada em todas as amostras e estava ausente.

Tabela 3: Valores médios obtidos para alguns parâmetros físico-químicos analisados

Pontos	Turbidez (UNT)		pH		Salinidade (‰)		Temperatura (°C)	
	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2
Grussaí	10,75	12,85	8,09	8,56	6,7	5	25,7	27,2
Balneário	10,01	15,79	8,23	8,78	0,6	0,7	26,5	27,6
Iquipari	3,03	2,13	8,51	8,75	1,3	1,4	26,8	26,5
Foz RPS	23,07	3,78	7,55	7,93	0,1	1,3	26,4	26,7
¹ CONAMA nº 357/05	-		6,5 - 8,5		0,5 a 30		-	

¹Valores máximos, mínimos ou faixa permitida considerando-se água salobra/classe 1.

Em relação ao pH, que representa a concentração de íons de hidrogênio que indica a acidez, neutralidade ou alcalinidade da água (Sperling, 2005), os valores para as lagoas de Grussaí, Iquipari e Balneário ultrapassaram os preconizados pela Resolução CONAMA nº 357/2005 na 2ª saída de campo. Fatores naturais para essa variação incluem a dissolução de rochas, caracterização dos solos, oxidação da matéria orgânica e fotossíntese e os fatores antropogênicos, por sua vez, podem estar relacionados ao despejo de esgotos domésticos, devido à oxidação da matéria orgânica e efluentes industriais, por conta da lavagem ácida de tanques (Sperling, 2005).

Tabela 4: Valores médios obtidos para os parâmetros nitrato e fósforo total. *Limite de detecção.

Pontos	Fósforo total (mg L ⁻¹)		Nitrato (mg de N L ⁻¹)	
	S1	S2	S1	S2
Grussaí	0,0817	0,1015	*Abaixo LD	Abaixo LD
Balneário	0,0782	0,0121	Abaixo LD	0,672
Iquipari	0,0635	0,0227	Abaixo LD	Abaixo LD
Foz RPS	0,0938	0,02	3,700	4,427
² CONAMA nº 357/05	0,124		0,4	

²Valores máximos considerando-se água salobra/classe 1;

³Valores máximos considerando-se água doce/classe 2 e ambiente lótico.

O nitrogênio e o fósforo desempenham papéis fundamentais nos processos biológicos, sendo considerados macronutrientes devido à sua alta demanda pelas células. Em ambientes aquáticos, esses elementos são frequentemente introduzidos através do descarte de esgotos domésticos, sendo as principais fontes de fósforo a matéria orgânica fecal e os detergentes em pó (CETESB, 2017d). O excesso de nitrogênio e fósforo pode resultar no enriquecimento dos corpos d'água, levando à eutrofização. Esse fenômeno favorece o crescimento descontrolado de organismos que se alimentam desses nutrientes, como as algas, o que prejudica a qualidade da água e causa poluição devido à morte e decomposição desses organismos.

Os valores de fósforo total em todos os pontos (Tabela 4) se encontram dentro dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005 tanto para as lagoas de água salobra quanto para a foz de água doce. Percebe-se grande queda nos valores de Iquipari, Balneário e da Foz, da 1º para a 2º saída, podendo indicar menor aporte de matéria orgânica para decomposição por microorganismos no momento da coleta.

Em relação ao nitrato, os resultados obtidos na Foz encontram-se dentro dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005. Já na lagoa do Balneário o valor encontrado na S2 ultrapassou o limite estabelecido. Nas demais lagoas os resultados ficaram abaixo do limite de detecção do equipamento, portanto considerou-se como zero.

Tabela 5: Valores médios obtidos para os parâmetros microbiológicos avaliados e oxigênio dissolvido. (Col. ter: coliformes termotolerantes; *E. coli*: *Escherichia coli*; NMP: número mais provável; DBO_{5,20}: demanda bioquímica de oxigênio; OD: oxigênio dissolvido)

Pontos	OD (mg/L)		DBO _{5,20} (mg/L)		Col. Ter (NMP/100 mL)		E. coli (NMP/100 mL)	
	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2
Grussaí	7,02	8,06	48	30	1986,3	9804	67	199
Balneário	6,14	8,02	12	2	313	2419,6	105	139,6
Iquipari	8,1	8,15	21	18	> 2419,6	1354	30,5	< 1
Foz RPS	6,02	8,13	29	22	1986,3	> 2419,6	686,7	1732,9

Os valores obtidos para col. ter. na lagoa de Grussaí ultrapassaram os valores estabelecidos e seria enquadrada como imprópria pela CONAMA nº 274/2000 para balneabilidade (2500 col. ter. por 100 mililitros) na S2. A lagoa do Balneário apresentou grande variação nos valores, que pode ser ocasionado pela diferença no horário e local de despejos domésticos, e de acordo com a CONAMA nº 357/2005 não está própria para contato direto com o público (200 col. ter. por 100mL). O valor obtido para a lagoa de Iquipari abaixou da S1 para a S2, estando própria para uso de contato primário. Já a Foz apresentou aumento nos valores da S1 para a S2, sendo enquadrada como imprópria para balneabilidade na S2, resultado que reflete a maior ação antrópica sofrida no local, visto que o ponto onde foi coletado está localizado logo após um bairro com muitas casas à beira do rio.

A resolução CONAMA nº 357/2005 estabelece valores superiores a 5 mg L⁻¹ para OD considerando-se água salobra classe 1 e água doce/classe 2, portanto todos os pontos estão dentro dos limites

preconizados.

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) representa, de forma indireta, o teor de matéria orgânica no corpo hídrico, onde as bactérias são as responsáveis por fazerem a oxidação da mesma (Sperling, 2005). Ao observar os valores médios encontrados, percebe-se que estes foram maiores em todos os locais na primeira saída, além disso, os maiores valores obtidos para o parâmetro ocorreram na lagoa de Grussaí, que tem seu entorno mais urbanizado, com frequente despejo irregular de efluente sanitário na água (Ramos, 2019).

Tabela 6: Resultados obtidos no cálculo do IQA-NSF

Pontos	IQA	Produtório	Classificação	
	S1	S2	S1	S2
Grussaí	43	43	Regular	Regular
Balneário	66	60	Boa	Boa
Iquipari	52	54	Boa	Boa
Foz RPS	49	52	Regular	Boa

Comparando os resultados expostos de IQA na Tabela 6 verifica-se que o a lagoa de Grussaí e a Foz do Rio da S1 foram os que apresentaram a pior qualidade, obtendo a classificação “regular”, enquanto as lagoas de Iquipari e do Balneário da S1 e S2 apresentaram qualidade “Boa”. Ao analisar individualmente os parâmetros e o IQA-NSF, observa-se que a lagoa de Grussaí, com pior qualidade dentre os locais analisados, foi a que obteve o maior valor para col. ter., valores de pH se distanciando da neutralidade, o maior valor de DBO, e estes parâmetros têm pesos elevados no cálculo do IQA-NSF. Já a lagoa de Iquipari e a Foz obtiveram aumento no IQA da S1 para a S2 e classificação “Boa”.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos para a lagoa de Grussaí demonstram os impactos causados pela urbanização ao redor, com estes resultados sendo altamente influenciados pela presença de coliformes termotolerantes e matéria orgânica provenientes do lançamento de efluentes para a lagoa. Em comparação, os resultados obtidos para a lagoa de Iquipari foram bem melhores quanto aos parâmetros e a classificação do IQA, ficando evidente a importância da sua proteção pela unidade de conservação, ainda assim, esta lagoa vem sofrendo com aberturas irregulares da barra frequentemente, fato que prejudica a fauna e flora locais.

A lagoa do Balneário obteve boa classificação no IQA e resultados muito variados para os parâmetros microbiológicos, sendo importante continuar o monitoramento. Fato que também ocorreu nos resultados obtidos para a antiga Foz do Rio Paraíba do Sul, sendo necessário a realização de mais análises para verificar a variação dos resultados em diferentes épocas do ano.

Por fim, ressalta-se a importância da proteção desses recursos hídricos tão importantes para a região, através de medidas mitigadoras para que se reduza a poluição, como medidas de saneamento ambiental, recuperação da vegetação das margens e controle da ocupação por construções no entorno

dos corpos hídricos. Também se faz necessário monitorar de forma contínua a qualidade da água, a fim de compreender os processos que impactam cada local, pois esta é uma ferramenta de gestão ambiental que pode auxiliar na recuperação e conservação desses recursos naturais.

Agradecimentos

Ao Polo de Inovação Campos dos Goytacazes/RJ, ao CNPq pela concessão da bolsa de pesquisa, à FAPERJ e ao Instituto Federal Fluminense.

Referências Bibliográficas

ANA. Agência Nacional das Águas. Portal da Qualidade das Águas. Disponível em: <<http://pnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx>>. Acesso em: fev. 2024

APHA. American Public Health Association *et al.* Standard methods for the examination of water and wastewater. 23th ed. Washington, 2017.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA 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. Brasília, DF. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>. Acesso em: fev. 2024

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. CONAMA. Resolução Nº 274, de 29 de novembro de 2000. Define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras.

BROWN, R. M., McCLELLAND, N.I., DEININGER, R.A., TOZER, R.G. Water quality index-do we dare? Water Sewage Works, v. 117, n. 10. p. 339-343, 1970

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Apêndice D – Índices de Qualidade das Águas. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2017/11/Ap%C3%AAndice-D-%C3%8Dndices-de-Qualidade-das-%C3%81guas.pdf>>. Acesso em: fev. 2024

ESTEVEES, F. A. Fundamentos de Limnologia. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998

FERREIRA, M. S. A escassez hídrica (2014-2016) na Região hidrográfica do Baixo Paraíba do Sul: breve história, conflito, gestão e perspectivas [recurso eletrônico]. Rio de Janeiro: Essentia, 2023. 284 p. Disponível em: <[https://books.google.com.br/books?id=l5vWEAAQBAJ&lpg=PA15&ots=7eay-9Z4El&dq=A%20escassez%20h%C3%ADdrica%20\(2014-2016\)%20na%20Regi%C3%A3o%20Hidrogr%C3%A1fica%20do%20Baixo&lr&hl=pt-BR&pg=PA15#v=onepage&q=A%20escassez%20h%C3%ADdrica%20\(2014-2016\)%20na%20Regi%C3%A3o%20Hidrogr%C3%A1fica%20do%20Baixo&f=false](https://books.google.com.br/books?id=l5vWEAAQBAJ&lpg=PA15&ots=7eay-9Z4El&dq=A%20escassez%20h%C3%ADdrica%20(2014-2016)%20na%20Regi%C3%A3o%20Hidrogr%C3%A1fica%20do%20Baixo&lr&hl=pt-BR&pg=PA15#v=onepage&q=A%20escassez%20h%C3%ADdrica%20(2014-2016)%20na%20Regi%C3%A3o%20Hidrogr%C3%A1fica%20do%20Baixo&f=false)>. Acesso em: mar. 2024

RAMOS, V. R. Caracterização de parâmetros de qualidade da água das lagoas de Grussaí, Iquipari, Açu e Salgada, São João da Barra - RJ. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, Rio de Janeiro, 2019.

SOUSA, L. C.; PALAGAR, L. B. Complexo Lagunar Grussaí/Iquipari: Estudo dos Impactos Socioambientais das Lagunas de São João da Barra, RJ. Monografia (Licenciatura em Geografia). Instituto Federal Fluminense campus Centro – Campos dos Goytacazes-RJ, 2015.

SOUZA, M. F. Qualidade da água do canal São Gonçalo-RS/Brasil – uma avaliação hidroquímica considerando seus usos múltiplos. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos) – Centro de Desenvolvimento Tecnológico, Universidade Federal de Pelotas, 2015.

TERRA, J. V. F. A.; RIBEIRO, A. F.; DE OLIVEIRA, V. P. S. Avaliação da qualidade da água de três lagoas e no Pontal de Atafona, São João da Barra, RJ. Disponível em: <<https://anais.abrhidro.org.br/job.php?Job=14646>>. Acesso em: mar. 2024

VON SPERLING, M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005.

O PODER DAS JUVENTUDES NA GESTÃO DAS ÁGUAS: O FÓRUM ÁGUA E JUVENTUDE DO COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA MACAÉ-OSTRAS

Virgínia Villas Boas Sá Rego¹; Thayná Fernandes Ribeiro Toledo²; Alice Sá Rego de Azevedo³

¹CBH Macaé Ostras, e-mail:visarego@yahoo.com.br;

²CBH Macaé Ostras, e-mail:thaay.fernaandes@gmail.com;

³Consórcio Intermunicipal Lagos São João, e-mail: alicazevedo.cilsj@gmail.com

RESUMO

Os grupos juvenis existentes na atual sociedade globalizada são diversos, daí ser mais adequado falar em juventudes no plural. Os jovens são uma grande parte da população brasileira e mundial, mas encontram dificuldades de acesso ao mercado de trabalho e às posições de maior poder institucional, num mundo dominado pelas gerações anteriores e, principalmente, pelos detentores do poder econômico. A participação das juventudes na sociedade encontra obstáculos, apesar de serem os setores que sofrerão os impactos das mudanças climáticas, da escassez hídrica e responsáveis pela efetivação dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável da Organização das Nações Unidas. As Políticas Nacional e do Estado do Rio de Janeiro de gerenciamento dos recursos hídricos estabeleceram os princípios da gestão descentralizada, integrada e participativa, por meio dos comitês de bacia hidrográfica. Esse trabalho tem como objetivo apresentar o relato do Fórum Água e Juventude (FAJ), ação de Educação Ambiental crítica desenvolvida, desde 2015, pelo Comitê de Bacia Hidrográfica dos Rios Macaé e das Ostras, por iniciativa da Câmara Técnica de Educação Ambiental, Comunicação e Mobilização do Comitê, apoiado pela equipe da entidade delegatária e financiado com recursos do Fundo Estadual de Recursos Hídricos. Reunindo jovens da região, o FAJ objetiva fornecer ferramentas para participação social das juventudes na gestão das águas, por meio de metodologias ativas, visitas técnicas, apresentações artísticas e uso de diferentes linguagens, promovendo seu engajamento, empoderamento e o fortalecimento da cidadania ativa. Muitos jovens estiveram presentes aos encontros, com impactos positivos sobre a sua formação e qualificação política. O protagonismo juvenil precisa ocorrer na sociedade como um todo e os Comitês de Bacias Hidrográficas devem realizar ações de capacitação, como o FAJ, para que a relação simbiótica entre as gerações promova a inclusão e a diversidade de ideias, democratizando a gestão dos recursos hídricos.

Palavras-chave: Jovens; Educação Ambiental; cidadania; recursos hídricos; participação social.

INTRODUÇÃO

Na complexa sociedade atual globalizada, os múltiplos grupos juvenis vivenciam diversas situações existenciais particulares e específicas; portadores de diferentes culturas, interesses e inserções na sociedade (nível social e econômico; características étnicas e raciais; gênero; religião; meio urbano/rural etc), caracterizam-se pela diversidade. Assim, é mais adequado falar em juventudes, no plural, do que em juventude. Para a Organização Mundial de Saúde é considerada jovem uma pessoa entre 15 a 24 anos; cerca de uma em cada seis pessoas dos 8 bilhões de habitantes presentes no mundo, hoje, tem entre 15 e 24 anos e está principalmente nos países em desenvolvimento (UNFPA, 2023).

No Brasil, o Estatuto da Juventude (BRASIL, 2013) definiu como jovem a população entre 15 a 29 anos; dos aproximadamente 203 milhões de habitantes brasileiros, 48,85 milhões são jovens, quase 25% da população. No entanto, os jovens enfrentam grandes dificuldades de acesso ao mercado de

trabalho e às posições de maior poder institucional, num mundo dominado pelas gerações anteriores e, principalmente, pelos detentores do poder econômico. Em 2022, 10,9 milhões não estudavam nem estavam ocupados; 22,3% deste grupo etário (IBGE, 2023).

Apesar de quase metade da população mundial apresentar menos de 30 anos, os líderes políticos têm idade média de 62 anos; em alguns países, a idade mínima para concorrer aos cargos públicos é de 40 anos. (BARÃO; LEAL, 2023). Dessa maneira, a participação plena dos jovens na sociedade encontra muitos obstáculos, sobretudo aqueles pertencentes às classes populares, que enfrentam dificuldades tais como o baixo nível de instrução, a pobreza, o desemprego, as más condições de existência decorrentes da falta de saneamento básico e de habitações precárias em locais inadequados etc. As questões relacionadas às mudanças climáticas e à crise ambiental global, com destaque para a segurança hídrica, estão intrinsecamente ligadas às juventudes, que sofrerão os seus efeitos de forma mais drástica. 60% da população brasileira vive nas áreas costeiras e será afetada pelo aumento da poluição nas cidades, pela insegurança alimentar e pelos eventos climáticos extremos.

Esta geração é fundamental para a efetivação dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) presentes na Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU); especialmente o ODS 6 – “Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos”. Dessa forma, precisa construir conhecimentos e saber usar as ferramentas fundamentais como cidadãos portadores de direitos e deveres perante a coletividade da qual fazem parte; sua formação e capacitação são essenciais para a construção de sociedades justas e sustentáveis.

A sociedade brasileira como um todo é marcada por uma frágil participação política e baixo nível de organização em termos políticos e institucionais formais. Geralmente considera-se os jovens como apáticos e desinteressados; mas essa aparente apatia e alienação e o seu afastamento das formas tradicionais de participação (partidos, grêmios, sindicatos etc.) também podem ser vistos como uma forma de questionamento a uma perspectiva tradicional de se fazer política (SANTIAGO *et al*, 2016, p.74) relativa à democracia representativa, questionada nacional e mundialmente.

Dessa maneira, é preciso refletir sobre o sentido da participação juvenil no atual contexto sociopolítico de construção de formas de democracia participativa na área da gestão dos recursos hídricos e garantir seu empoderamento enquanto cidadãos. É importante ressaltar que a implantação do gerenciamento democrático, descentralizado e participativo dos recursos hídricos no Brasil pela Política Nacional (BRASIL, 1997) dos Recursos Hídricos e pela do Estado do Rio de Janeiro (ALERJ, 1999), de acordo com os princípios da Constituição Federal de 1988, é um processo relativamente recente e em construção. Os Comitês de Bacia Hidrográfica (CBH) foram instituídos para realizar a gestão das águas no território sob sua responsabilidade, por meio da participação dos representantes dos usuários da água, do Poder Público e da sociedade civil.

Esse trabalho tem como objetivo apresentar o Fórum Água e Juventude (FAJ), ação de Educação Ambiental crítica desenvolvida anualmente, desde 2015, pelo Comitê de Bacia Hidrográfica dos Rios Macaé e das Ostras (CBHMO), responsável pela gestão da Região Hidrográfica (RH) VIII do estado do Rio de Janeiro. O FAJ é uma iniciativa da Câmara Técnica de Educação Ambiental, Comunicação e Mobilização (CTEACOM) do CBHMO, com o apoio da equipe da entidade delegatária, o Consórcio Intermunicipal Lagos São João (CILSJ), financiado com recursos do Fundo Estadual de Recursos Hídricos. O FAJ objetiva fornecer ferramentas para a participação social das juventudes na gestão dos recursos hídricos, promovendo o engajamento, o empoderamento e o fortalecimento da cidadania ativa na região e no Brasil. Ao longo desses oito anos muitos jovens estiveram presentes aos encontros, com impactos positivos sobre a sua formação e qualificação política.

METODOLOGIA

O relato baseia-se numa abordagem descritivo analítica de uma experiência em curso; adota uma perspectiva holística, socio-histórica e processual da realidade, vista em sua complexidade. As informações foram obtidas por meio da técnica da observação participante realizada pelas autoras, membros da Plenária do CBH Macaé e coordenadoras da CTEACOM nas reuniões e no FAJ do CBHMO, além dos Encontros Estaduais (RJ) e Nacionais de Comitês de Bacia Hidrográfica. Foi realizada análise de textos legais, de resoluções e atas de reuniões do CBHMO e das cartas da juventude dos encontros do FAJ do CBHMO. A pesquisa em sites nacionais e internacionais buscou identificar outras ações e projetos voltados para a juventude, especialmente aqueles existentes na área do gerenciamento dos recursos hídricos. A atual coordenação da CTEACOM baseia-se numa experiência intergeracional; as coordenadoras pertencem a duas gerações, uma jovem e a outra idosa, e esse texto reflete o diálogo e a troca de experiências entre elas. A necessidade de ouvir as juventudes urge em meio a atual conjuntura das políticas públicas do Brasil, seja como condutores e até mesmo protagonistas de suas relações com o território. A aliança intergeracional é capaz de surtir efeitos de grande magnitude para toda a comunidade, nutrindo um espaço de trocas de ideias, baseado no respeito e sem discriminação.

POLÍTICAS PARA AS JUVENTUDES BRASILEIRAS E O FÓRUM ÁGUA E JUVENTUDE DO CBH MACAÉ OSTRAS

No contexto de redemocratização do Brasil, após o período ditatorial dos anos 1960/70, a Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, a “constituição cidadã”, instaurou os princípios da gestão pública democrática, descentralizada e participativa, incorporando as demandas de participação dos grupos e movimentos sociais, e possibilitou maior inserção de cidadãos e de sujeitos sociais coletivos nas políticas públicas, por meio de redes, fóruns, conselhos e conferências. Iniciou-se a construção de uma cultura política participativa, com novos valores e comportamentos. Concomitantemente, aumentou a necessidade da existência de cidadãos mais participativos na proposição, controle e fiscalização das políticas públicas. A partir dos anos 1990, os jovens e suas demandas ganharam maior visibilidade na agenda política, com a criação de algumas políticas públicas desarticuladas e descontínuas; geralmente desenvolvidas por Organizações Não Governamentais (ONGs) e baseadas na transferência de recursos do setor público para entidades privadas, já no contexto do neoliberalismo. Elas foram provocadas pelas ações da juventude por meio de suas organizações e pelas situações de violência que atingiam os grupos juvenis, como vítimas ou protagonistas, e também pela preocupação da ONU, que definiu 1985 como o Ano Internacional da Juventude.

Nesse contexto de convergências de iniciativas no âmbito nacional, local e internacional (SANTIA-GO et al, 2016, p.9), em 2005, foi instituída a Política Nacional da Juventude e criada a Secretaria Nacional de Juventude (SNJ), com o objetivo de articular e supervisionar iniciativas voltadas para os jovens. Estabeleceu-se, também, o Programa Nacional de Inclusão de Jovens e o Conselho Nacional da Juventude, de caráter consultivo, para estimular estudos e formular diretrizes nas políticas públicas voltadas para a juventude. Além disso, foram instituídos espaços de participação, como os conselhos e as conferências da juventude, que, junto com as várias ações e processos de organização da participação juvenil na sociedade civil, estimularam o desenvolvimento de um protagonismo jovem reivindicativo de seus espaços de participação e dos direitos à cidadania.

Em 2013, foi criado o Estatuto da Juventude (BRASIL, 2013) para fortalecer as políticas de juventude e ampliar sua participação nos processos decisórios, garantindo seus direitos universais, geracionais e singulares, bem como estimular e fortalecer movimentos, redes e outros coletivos de juventude. O Plano Nacional de Juventude e Meio Ambiente (BRASIL/MMA, 2015), em 2015, visou a promoção e a integração das políticas públicas ambientais relativas aos direitos da juventude à sustentabilidade

e ao meio ambiente equilibrado e sadio, já garantidos no Estatuto da Juventude. Nos últimos anos, o debate político e social sobre a responsabilidade do Estado em relação aos jovens intensificou-se, ainda devido às situações de violência por eles vivenciadas.

Muitas ações e projetos desenvolvidos são profissionalizantes ou desportivos, geralmente destinados aos jovens das classes populares, e não buscam estimular o protagonismo juvenil, nem seu pensamento crítico e autônomo, inviabilizando as demandas sociais e populares recorrentes. Mas, por iniciativas das juventudes, na prática, uma participação juvenil mais difusa e fragmentada foi se configurando, sem estar aliada aos grandes referenciais ideológicos do século XX; surgiram novos formatos organizacionais, descentralizados, nos quais a cultura emerge como principal elemento motivador e aglutinador (SANTIAGO *et al*, 2016, p.27), incorporando outras vozes, perspectivas e padrões estéticos.

Podem ser citadas experiências e ações, nacionais e internacionais (REGO, 2017), que podem trazer o risco de falar “em nome dos jovens” em vez de torná-los protagonistas do processo, tais como: os Parlaentos Mundial, Latino americano e Nacional da Juventude pela Água (FALCÃO *et. al*, 2020); o I Encontro de Juventudes do Capibaribe, realizado em 2018, e o Fórum da Juventude em Comitê de Bacia-Sistema Lagunar de Jacarepaguá (CBH da Baía da Guanabara e dos Sistemas Lagunares de Maricá e Jacarepaguá), de 2014. Na RH VIII cabe ressaltar a criação da Coordenadoria de Políticas para a Juventude (MACAÉ, 2015) e a implantação do Conselho Municipal de Políticas para a Juventude de Macaé, que realizou a Conferência Municipal de Juventudes, em 2023, para debater os direitos ao território, à mobilidade, à sustentabilidade e ao meio ambiente. Na Conferência foram propostos a revitalização da bacia hidrográfica do rio Macaé, o combate ao racismo ambiental, a ampliação do programa Ambiente Jovem do governo estadual e a criação de um programa de Educação Ambiental para as áreas periféricas e vulneráveis.

Nos Encontros Nacionais (ENCOB) e estaduais (ECOB) de CBH também ocorrem espaços para as juventudes colaborarem na construção da política pública de recursos hídricos e se capacitarem para atuar no Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH), porém muitas vezes os jovens são menosprezados na programação e falta escuta ativa para suas colocações. Inclusive, durante o ENCOB de 2023 não houve a mobilização e participação dos jovens para construção da oficina de Água e Juventude originalmente prevista.

O FAJ do CBHMO procura atrair jovens de toda a região, durante um dia, fornecendo transporte e alimentação para 50 a 100 participantes. Enquanto o FAJ de 2020 e o de 2021, realizados de forma online, reuniram principalmente jovens universitários, os demais contaram com jovens do Ensino Médio e do 9º ano do Ensino Fundamental, pois a mobilização junto aos colégios da rede pública da RH VIII é relativamente mais fácil do que junto aos cursos de Ensino Superior. A CTEACOM busca estimular o protagonismo e a voz das juventudes da RH VIII, inclusive, na organização dos eventos. A CT, apoiada pela equipe do CILSJ, desenvolveu uma metodologia para o FAJ, baseada em apresentações técnicas informativas, atividades culturais, visitas técnicas, debates em grupos e a elaboração da carta da juventude com a síntese dos debates. Atuando no campo das experiências formativas promovidas pelo CBHMO, são usadas múltiplas linguagens e as novas tecnologias digitais com o intuito de fornecer informações para melhor conhecimento dos processos sócio-políticos e ambientais. Busca-se estimular canais de mobilização e de comunicação para possibilitar o controle social, ampliar e fortalecer as representações envolvidas. Os encontros do FAJ são espaços de diálogo e de aprendizagem das práticas participativas; lugares de debate e negociação para propiciar escolhas e tomada de decisões visando o bem comum.

Em abril de 2015, no campus Macaé do Instituto Federal Fluminense (IFF), foi promovido o I Fórum da Juventude do CBH Macaé, com jovens das várias localidades da RH VIII. Ocorreram apresenta-

ções e debates em grupos sobre a escassez hídrica e o conceito de segurança hídrica; as conclusões foram sistematizadas numa carta, registrando a preocupação com o futuro e as propostas de ação dos jovens, como o uso das tecnologias digitais para favorecer sua mobilização e participação na gestão dos recursos hídricos, com a criação de uma página da Juventude de Recursos Hídricos da RH VIII no *Facebook*. Outra proposta foi a realização de atividades práticas de Educação Ambiental, além de atividades artísticas e culturais. Um exemplo foi o mutirão Trilhas e Rios, realizado em 2015, em Lumiar, Nova Friburgo, por jovens participantes do I Fórum, que contou com a realização de diversas oficinas, além da plantação de mudas de árvores e de ação de coleta de resíduos sólidos no rio Macaé.

O tema do II Fórum, realizado no IFF –Macaé, foi o “Enquadramento dos corpos hídricos”; foram apresentados o conceito de enquadramento e a proposta de enquadramento presente no Plano de Recursos Hídricos (PRH) da RH VIII. Houve uma dinâmica em grupos de simulação de uma reunião do Comitê, em que os jovens assumiram diferentes papéis, como representantes do Poder Público, dos usuários e da sociedade civil, com o objetivo de debater e validar a proposta de enquadramento presente no Plano. Essa ação do CBHMO para construção participativa do enquadramento teve continuidade com a realização de encontros com outros setores, como a sociedade civil, o poder público e os usuários das águas.

O III encontro chamou-se Fórum Água e Juventude do CBHMO (FAJ) e também ocorreu no IFF-Macaé, em 2017. Seu tema foi a universalização do acesso à água, fundamental para os municípios costeiros da RH VIII, mais populosos e afetados por abastecimento precário e irregular. Reivindicando a universalização desse serviço, ao término do evento, os jovens presentes decidiram que os próximos encontros percorreriam toda a extensão da bacia hidrográfica, sendo o próximo no alto curso do Rio Macaé, em Lumiar, Nova Friburgo.

No IV FAJ, em Lumiar, em 2018, debateu-se o uso recreativo dos recursos hídricos na RH VIII, diante da falta de saneamento básico e o fechamento e início de cobrança para acesso a diversos poços e cachoeiras tradicionalmente usados pela coletividade. Outro problema debatido foi o projeto de construção de pequena central hidrelétrica, com sérios impactos sobre o rio Macaé e o turismo na região. Foram realizadas visitas técnicas a diferentes locais dos rios de Lumiar, como atrativos naturais e pontos de lançamento de esgotos.

O V FAJ também ocorreu em Lumiar, em 2019, no “Dia Mundial Contra as Mudanças Climáticas”; seu tema foi a gestão participativa dos recursos hídricos no contexto de mudanças climáticas e de desmonte das políticas públicas ambientais no Brasil. Mais uma vez foi abordada a questão do uso recreativo dos recursos hídricos na RH VIII e foi realizada uma passeata com cartazes elaborados pelos jovens contra as mudanças climáticas e a privatização dos rios e cachoeiras (Figura 1A).

Figura 1. (A) Participantes do V FAJ na ponte sobre o rio Boa Esperança, em Lumiar, Nova Friburgo, RJ. (B) Participantes do VIII FAJ, no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, em Macaé.



Realizado por videoconferência, em 2020, o VI FAJ debateu a temática Saneamento Básico, Pandemia e Privatização da Água, destacando a atual precariedade do serviço de saneamento básico na RH VIII e a ameaça do aumento das desigualdades dos serviços básicos de saneamento, com a privatização dos mesmos. Evidenciou a enorme necessidade do saneamento básico no contexto da pandemia e denunciou a injustiça ambiental presente na região, no Brasil e no mundo.

Também realizado por videoconferência em 2021, o VII FAJ debateu os “Impactos do desmonte das políticas ambientais na RH-VIII e a importância da mobilização da juventude frente a esses impactos”. Destacou-se a baixa implementação da política ambiental brasileira e sua flexibilização nos últimos anos; a necessidade de universalização do saneamento básico, além da pouca fiscalização ambiental existente no país e na RH VIII. Também foram abordados a baixa representação da juventude nos espaços participativos de gestão ambiental; o fraco conhecimento dos jovens sobre as políticas ambientais e seu papel na gestão dos recursos hídricos, reforçando a necessidade de uma educação ambiental crítica nas escolas e na sociedade em geral.

Em 2023, o VIII FAJ ocorreu no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, em Macaé, com o tema “A participação da juventude na reconstrução das políticas públicas de recursos hídricos na RH VIII: O CBH e o saneamento básico” (Figura 1B). Os jovens da RH VIII tiveram a oportunidade de conhecer a sede do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, situada no bairro do Lagomar, com alta densidade populacional e ausência dos serviços de saneamento básico. Mais uma vez foram identificados problemas quanto à falta de abastecimento de água em muitas localidades; ao lançamento de esgoto *in natura* nos corpos hídricos; aos alagamentos e à precariedade da coleta de resíduos sólidos, principalmente nas comunidades de baixa renda, configurando a enorme injustiça ambiental existente. Os jovens do alto curso da RHVIII, além de conhecer uma das regiões periféricas mais impactadas da área costeira, ficaram frustrados por não poder tomar banho na Lagoa de Jurubatiba, devido à poluição da mesma. Decidiu-se que o FAJ de 2024 deve abordar os impactos socioambientais das mudanças climáticas nos recursos hídricos, considerando os efeitos da injustiça ambiental atrelados à importância da participação popular, com destaque para os jovens, como forma de conter esses impactos.

De uma maneira geral, as cartas da juventude elaboradas ao final dos encontros propuseram como caminhos para ampliar a participação e a inclusão das juventudes brasileira nos espaços de controle

social: ações de Educação Ambiental crítica; encontros preparatórios para o FAJ; o uso das redes sociais para sensibilizar e mobilizar os jovens e a população em geral sobre a necessidade de universalização do saneamento básico; a promoção de eventos artísticos; a inclusão das classes populares na gestão das águas; a implementação do Plano de Recursos Hídricos da RH VIII; a democratização do acesso aos atrativos naturais; maior fiscalização ambiental; participação da juventude e dos povos originários nos debates acerca dos impactos das mudanças climáticas e na elaboração dos Planos Municipais de Saneamento; incentivo a projetos de coleta seletiva de resíduos sólidos e de compostagem de resíduos orgânicos; maior divulgação dos projetos e da importância do trabalho do CBHMO; maior divulgação das informações por parte do Poder Público e rotatividade dos locais de realização do evento. Ao longo dos vinte anos do CBHMO, os jovens que participaram da Plenária tiveram a oportunidade de passar por um processo formativo, representando suas instituições como titulares ou suplentes, e se capacitaram em relação ao SINGREH. Isso é fundamental para garantir a representatividade de diversos grupos da sociedade e para capacitar a próxima geração de líderes, garantindo a conservação dos recursos hídricos para as atuais e futuras gerações.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O poder está na mobilização e na participação. Investir em educação, saúde, cultura e na melhoria das condições de vida; fortalecer organizações e iniciativas e lideradas por jovens são ações fundamentais para promover o empoderamento das juventudes em geral e na gestão dos recursos hídricos. Ações de Educação Ambiental crítica são fundamentais para a transformação individual e coletiva e desenvolver nos atores locais a noção de pertencimento para que se sintam integrantes do meio ambiente e possam compreender os desafios de sua região, as políticas vigentes e os processos de tomada de decisão. Diante do atual contexto nacional e mundial de descrédito nas formas tradicionais de democracia representativa e da descrença em relação à prática política como exercício de construção do bem comum, o fortalecimento da cidadania e da participação ativa, crítica e consciente das juventudes, como propõe o FAJ do CBHMO, torna-se fundamental, se contrapondo ao avanço de forças antidemocráticas e sem responsabilidade socioambiental. O protagonismo juvenil precisa ocorrer na sociedade como um todo e os Comitês de Bacias Hidrográficas devem realizar ações de formação, como o Fórum Água e Juventude, para que a relação simbiótica entre as gerações promova a inclusão e a diversidade de ideias, democratizando a gestão dos recursos hídricos.

Referências Bibliográficas

ALERJ. **Lei Nº3239/1999. Institui a Política Estadual de Recursos Hídricos; Cria o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos.** Disponível em: <http://alerjln1.alerj.rj.gov.br/CONTLEI.NSF/b24a2da5a077847c032564f4005d4bf2/43fd110fc03foe6c032567c30072625b>. Acesso em: 10/03/2024.

BARÃO, M. RESEGUE, M., LEAL, R. (COORD.) **Atlas das Juventudes.** Conselho Nacional da Juventude; Em Movimento, Fundação Roberto Marinho, Mapa Educação, Porvir, Rede Conhecimento Social, UNESCO e Visão Mundial, 2023. Disponível em: <https://atlasdasjuventude.com.br>. Acesso em: 10/03/2024

BRASIL/MMA. **Plano Nacional de Juventude e meio ambiente 2015.** Disponível em http://www.mma.gov.br/images/arquivos/responsabilidade_socioambiental/juventude/publicacao_ver-sao3.pdf. Acesso em: 10/03/2023.

BRASIL. **Lei 9433/1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.** Disponível em: <https://www.camara.leg>.

br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=470365. Acesso em 10/03/2024.

BRASIL. **Lei 12.852/2013. Institui o Estatuto da Juventude e dispõe sobre os direitos dos jovens, os princípios e diretrizes das políticas públicas de juventude e o Sistema Nacional de Juventude - SINAJUVE.** Brasília, DF: Presidência da República, [2013]. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/_Ato2011-2014/2013/Lei/L12852.htm> Acesso em: 10/03/2024.

FALCÃO, S. M. P.; MOURA, M. R. F. M., HOLANDA, R. M. O engajamento de juventudes na gestão das águas: desafios e perspectivas na bacia hidrográfica do rio Capibaribe. **Revista Eletrônica Mestrado Educação Ambiental.** Rio Grande (RS): Universidade Federal do Rio Grande (RS), v. 37, n. 3, p. 50-68, mai./ago. 2020.

IBGE. **Síntese de indicadores sociais:** uma análise das condições de vida da população brasileira: 2023. Rio de Janeiro: IBGE, Coordenação de População e Indicadores Sociais, 2023.

MACAÉ. **Lei 4117/2015. Institui o Conselho Municipal de Políticas Públicas para a Juventude no município de Macaé e dá outras providências.** Disponível em: https://transparencia.cmmaca.e.rj.gov.br/arquivos/2741/LEI%20ORDINARIA_4117_2015_0000001.pdf. Acesso em: 11/03/2024.

SANTIAGO, I.M.F.L.; NASCIMENTO, J.B.; MOREIRA, O.L. **Gênero, Participação Política e Novas Sociabilidades da Juventude.** Campina Grande, PB: eduepb, 2016.

UNFPA. **Situação da população mundial 2023.** UNFPA, 2023. Disponível em <https://brasil.unfpa.org/pt-br/publications/situacao-da-populacao-mundial-2023-8-bilhoes-de-vidas-infinitas-possibilidades>. Acesso em: 10/03/2024.

REGO, V.V.B.S. Construindo o futuro: juventude e cidadania na gestão das águas. **Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego.** Campos dos Goytacazes/RJ: Essentia, v.10, 2016.

PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS HÍDRICOS NO ÂMBITO DO COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MACAÉ E DAS OSTRAS – RJ

Rodrigo de Melo Campos¹; Hugo Portocarrero²

¹ Graduado em Geografia pela UFF (2007); Mestre em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos pelo ProfÁgua/UERJ (2024). Geógrafo do Instituto Estadual do Ambiente – INEA/RJ. E-mail: rdmcampos@live.com

² Graduado em Geografia pela UERJ (2001); mestre em Geografia pela UFRJ (2004); doutor em Engenharia Civil pela PUC-Rio com área de concentração em Geotecnia (2009), pós-doutor em Engenharia Civil pela PUC-Rio (2011). Professor adjunto do Instituto de Geografia da UERJ, coordenador do Laboratório de Geotecnia Ambiental LGA-UERJ, atuando como professor no Programa de Pós-graduação em Geografia - PPGeo-UERJ e no Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - ProfÁgua. E-mail: hportocarrero@gmail.com.

RESUMO

A situação das águas no Brasil evidencia uma crise e a necessidade de formas de gestão eficientes para garantir a segurança hídrica e um dos instrumentos aplicáveis para a melhoria desse cenário é o Pagamento por Serviços Ambientais Hídricos (PSAH). A pesquisa analisou o escopo do programa de PSAH do Comitê de Bacia Hidrográfica dos Rios Macaé e das Ostras, atuante na Região Hidrográfica VIII do estado do Rio de Janeiro, denominado Programa PSA e Boas Práticas. O programa encontra-se em fase inicial de implantação e selecionou inicialmente três microbacias prioritárias no município de Nova Friburgo. Foi destinado um orçamento de aproximadamente R\$ 2,9 milhões para o pagamento a imóveis rurais que protejam áreas nativas e promovam a recuperação ambiental e para a realização de intervenções diretas de recuperação nas propriedades. No escopo do programa foram estabelecidas as ações necessárias para a conservação e recuperação ambientais com foco nos recursos hídricos e metas de para dois, quatro e seis anos do desenvolvimento das atividades. A partir da análise do programa, foram indicadas proposições para melhoria do mesmo, como a ampliação da mobilização prévia nas comunidades, planejamento das intervenções nos imóveis selecionados, acompanhamento permanente das atividades realizadas e incentivo à criação de reservas particulares e adoção da agricultura orgânica. Objetivo do trabalho foi analisar e descrever o programa e elaborar um conjunto de proposições para aprimoramento do mesmo.

Palavras-chave: Mananciais, Microbacias; Ordenamento territorial; Recursos hídricos; Serviços ecossistêmicos.

INTRODUÇÃO

O Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) pode ser entendido como um instrumento econômico que tem por objetivo garantir o provimento dos serviços ecossistêmicos e ambientais, através da transferência de recursos ou benefícios, da parte que se aproveita da preservação dos serviços, para a parte que contribui “ativamente” para esse propósito. O princípio orientador dessa relação é o chamado princípio “protetor-recebedor” (GUEDES & SEEHUSEN, 2011; apud SILVA, 2018). Segundo WUNDER (2005) apud SEAS (2023), em outras palavras, o PSA é uma transação voluntária, na qual um serviço ambiental bem definido, ou um uso da terra que possa assegurar esse serviço, é adquirido por, no mínimo, um comprador de, no mínimo, um provedor do serviço.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a descrição do programa de Pagamento por Serviços Ambientais Hídricos (PSAH) do Comitê

de Bacia Hidrográfica (CBH) Macaé e das Ostras (CBH-Macaé) foram consultadas resoluções regulamentadoras do CBH, os produtos elaborados previamente pelo CBH para estruturação do programa e os documentos do edital de lançamento e seus anexos. Para complementar as informações coletadas houve a participação nas plenárias do CBH-Macaé e em reuniões virtuais do grupo de trabalho voltado ao tema, nas quais pode-se acompanhar as atualizações dos programas e coletar informações adicionais a respeito do andamento da iniciativa pesquisada.

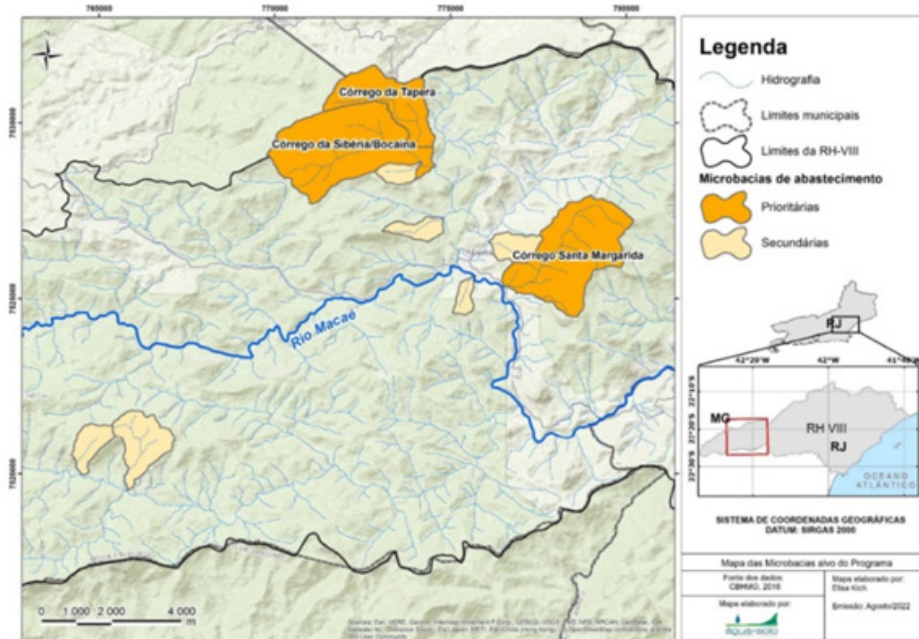
RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Programa de PSA e Boas Práticas da RH-VIII (PPSABP) encontra-se em sua fase inicial, na etapa de chamamento de interessados através edital, ou seja, de mobilização de proprietários e moradores de imóveis rurais que estejam localizados nas áreas selecionadas no programa. A presente pesquisa foi realizada a partir dos documentos confeccionados durante a elaboração prévia do programa, regulamentado pela Resolução CBH-Macaé Nº 160 (CBH-MACAÉ, 2022a).

O PPSABP é dividido em duas componentes que têm significados distintos, porém complementares: o Programa de PSA se estabelece como uma ação voltada para o pagamento aos proprietários dos imóveis situados em zonas rurais ou zonas de expansão urbana pelos serviços ambientais de conservação dos recursos hídricos. Já o Programa de Boas Práticas socioeconômicas e ambientais em microbacias é destinado ao financiamento de ações e projetos que visam à recuperação ambiental e conservação dos recursos hídricos e à compatibilização entre os usos múltiplos e competitivos da água.

O programa atenderá primeiramente a região do alto curso do rio Macaé, em Nova Friburgo, com previsão de expansão para as demais regiões. Três microbacias, com uma área total de 775,08 ha, foram selecionadas para serem as áreas piloto do programa por serem as áreas drenantes para pontos de captação de abastecimento público e que, portanto, abrangem as respectivas Áreas de Interesse para a Proteção de Mananciais (AIPMs): 1 - Microbacia do Córrego da Tapera; 2 - Microbacia do Córrego da Sibéria/Bocaina; 4 - Microbacia do Córrego Santa Margarida. (Figura 1)

Figura 1: Microbacias selecionadas no Programa de PSA e Boas Práticas



Fonte: CBH-Macaé, 2022b (p.23).

O componente PSA definiu o Valor de Referência de R\$ 720/ha/ano, valor adotado com base no custo médio de oportunidade do arrendamento de um hectare para pastagem praticado na data de aprovação da Resolução CBH-Macaé Nº 160. (CBH-MACAÉ, 2022a, Anexo I). O valor de R\$ 720 foi calculado com base de mercado, onde um hectare de pastagem comporta duas cabeças de gado. Cada cabeça vendida a R\$ 30, um hectare gera R\$ 60 por mês, e em um ano, gera R\$ 720, o qual foi definido como Valor de Referência.

A modalidade de PSA “Conservação do solo e conversão produtiva” pontua e remunera aqueles proprietários rurais que adotarem em suas propriedades, práticas conservacionistas do solo. Para isso, o cálculo do valor a ser recebido por eles atribui um peso maior, quanto mais eficiente for a prática adotada.

A modalidade de PSA “Recuperação de Áreas de Preservação Permanente (APPs) e Áreas de Uso Restrito” pontua e remunera aqueles produtores rurais de acordo com o estado de recomposição de APPs e Áreas de Uso Restrito. Para isso, o cálculo do valor a ser recebido por eles, atribui um peso maior, quanto melhor e mais bem cuidado estiver o plantio para recuperação.

A modalidade de PSA “Conservação de remanescentes de vegetação nativa” pontua e remunera aqueles produtores rurais que adotarem, em suas propriedades, práticas que favoreçam a manutenção de áreas de conservação florestal. Para isso, o cálculo do valor a ser recebido por eles, atribui um peso maior, quanto mais avançado estiver o estágio sucessional da vegetação e caso a área conservada seja de APP em detrimento a outras áreas. (CBH-MACAÉ, 2023a, p. 13 e 14).

Para o componente de Boas Práticas, os recursos serão necessariamente utilizados para:

- I. Regularização ambiental da propriedade;
- II. Recuperação e manutenção das APPs, recomposição de reservas legais e unidades de conservação;
- III. Recuperação ambiental de áreas degradadas e perturbadas;
- IV. Recomposição florestal e reflorestamento
- V. Manejo conservacionista dos solos e da água na agricultura e pecuária;
- VI. Adequação de estradas rurais;
- VII. Conservação das águas com adoção de práticas de proteção e recuperação de nascentes e matas ciliares e a manutenção da disponibilidade hídrica e da qualidade da água;
- VIII. Uso e manejo adequado da biodiversidade, por meio da implementação de agroflorestas, de corredores ecológicos e de projetos de reflorestamento;
- IX. Criação de banco de sementes e apoio à implantação de viveiros;
- X. Destinação e tratamento dos resíduos;
- XI. Geração de renda e aumento do nível da qualidade de vida;
- XII. Implementação de produções alternativas de energia;
- XIII. Apoio a processos que visam à certificação de produtos resultantes de projetos socioeconômicos e ambientais;
- XIV. Desenvolvimento da apicultura, piscicultura, cultivo de plantas medicinais e jardinagem ecológica;
- XV. Adoção de boas práticas agrícolas. (CBH-MACAÉ, 2022a, Art. 25)

As metas para o programa foram estabelecidas a partir de aspectos mensurados no Diagnóstico Socioeconômico em termos dos usos do solo nas áreas de preservação e fora delas. Assim como os objetivos e os indicadores, as metas estão organizadas em três componentes: conservação do solo, recomposição florestal e conservação florestal. (Tabela 1)

A fonte orçamentária utilizada para custear o PPSABP atualmente é proveniente do Plano Plurianual de Investimentos da RH VIII (2024-2028) (Resolução CBH-MACAÉ N° 179/2023, Programa de PSA e Boas Práticas), no valor de aproximadamente R\$ 2,9 milhões. (CBH-MACAÉ, 2023b, Tabela III).

Tabela 1 – Metas do Programa de PSA e Boas Práticas

Microbacias	Meta Conservação do Solo (ha)	Meta Recomposição Florestal (ha)	Meta Conservação Florestal (ha)
Curto prazo = 2 anos			
Córrego da Tapera	2,49	1,4	212,8 – 250,3
Córrego da Sibéria/Bocaina	6,89	9,63	333,08 – 391,86
Córrego Santa Margarida	3,07	6,46	378,95 – 445,82
TOTAL	12,46	17,49	924,83 – 1088
Médio prazo = 4 anos			
Córrego da Tapera	6,24	3,5	212,8 – 250,3
Córrego da Sibéria/Bocaina	17,23	24,08	333,08 – 391,86
Córrego Santa Margarida	7,68	16,15	378,95 – 445,82
TOTAL	31,15	43,73	924,83 – 1088
Longo prazo = 6 anos			
Córrego da Tapera	12,5	7	212,8 – 250,3
Córrego da Sibéria/Bocaina	34,5	48,2	333,08 – 391,86
Córrego Santa Margarida	15,4	32,3	378,95 – 445,82
TOTAL	62,3	87,5	924,83 – 1088

Proposições

1. Problema identificado: Baixa procura inicial de provedores aptos a participar do programa.

Solução proposta: Ampliar mobilização prévia, incluindo entrevistas individuais em escritório com os provedores potencialmente aptos ao programa.

Justificativa: O primeiro período de inscrição do PPSABP contou com pouquíssimos interessados, tendo sido necessária a prorrogação do prazo de inscrição, até março de 2024, sendo que é possível haver nova dilatação. Por ser um conceito relativamente novo o PSAH é pouco conhecido na região. É também uma iniciativa de difícil compreensão dada sua complexidade teórica e de execução. Some-se a isso o fato de ter um público-alvo composto por pessoas muitas vezes humildes, com pouca escolaridade, e também por sitiantes que a maior parte do tempo não estão em suas casas, vindo somente aos finais de semana, feriados ou até mesmo apenas nas férias. Mesmo que o trabalho

prévio de mobilização tenha sido executado conforme o planejamento, através de visitas às casas, seminários, cartazes, carros de som, etc., é necessário adicionar mais camadas de diálogo com os interessados. Sugere-se que após as visitas às casas dos possíveis interessados, sejam realizadas reuniões individuais em escritório para que os proprietários tirem dúvidas e tenham acesso a mais informações sobre os benefícios em aderir ao programa e, assim, aumente as possibilidades de convencimento dos mesmos.

2. Problema identificado: Possibilidade de financiar os provedores para que os próprios executem as intervenções previstas nas propriedades, o que pode gerar falta de padronização das intervenções e mau empenho dos recursos.

Solução proposta: Contratar empresa(s) que execute(m) diretamente as intervenções necessárias nas propriedades.

Justificativa: O componente Boas Práticas do programa elenca uma série de intervenções a serem executadas nos imóveis selecionados, porém deixa em aberto como isso poderá ser feito, seja através de financiamento direto aos provedores ou pela contratação, via licitação, de empresa(s) especializada(s) para cada tipo de intervenção. Apesar do financiamento direto parecer ser mais simples, pois transfere a responsabilidade da execução para cada proprietário, por outro lado, a forma como cada um executará as obras poderá ser diferente para cada caso, dificultando ou mesmo inviabilizando o posterior monitoramento os resultados. Os proprietários poderão utilizar materiais, insumos e mão-de-obra de baixa qualidade, comprometendo a qualidade das obras e também podendo deixar gargalos na prestação de contas, o que poderá gerar um volume significativo de trabalho a mais para os técnicos executores do programa. A contratação de empresa(s) pode gerar um custo a mais inicialmente, mas após, a qualidade das atividades poderá ser conferida e monitorada mais facilmente, possibilitando possíveis correções.

3. Problema identificado: Ausência de acompanhamento das intervenções nos imóveis atendidos após a finalização dos ciclos correspondentes.

Solução proposta: Definir metodologia e cronograma de visitas técnicas para acompanhamento das intervenções executadas e destinar recursos financeiros para manutenção das intervenções.

Justificativa: O programa trabalha através de ciclos, ou seja, períodos pré-definidos nos quais uma determinada área (microbacia ou conjunto de microbacias) é atendida com intervenções e/ou com premiação financeira, de acordo com os critérios de priorização utilizados. Durante a sua execução, sobretudo no âmbito das boas práticas, as intervenções são realizadas, porém não há no planejamento do programa uma previsão de acompanhamento de que as obras executadas serão cuidadas, ou de que as novas técnicas de cultivo continuem sendo adotadas nos imóveis beneficiados após o final das atividades de monitoramento previstas para os ciclos. Para que o programa mantenha sua abrangência em toda a área de atuação em caráter permanente, é necessário estabelecer uma rotina de presença nos locais onde foram executadas as intervenções, para garantir que o impacto positivo no ambiente e nos recursos hídricos não seja perdido a médio e longo prazos, comprometendo dessa forma a recuperação da bacia hidrográfica atendida.

4. Problema identificado: Ausência de incentivo formal à criação de Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPNs) no planejamento do programa.

Solução proposta: Capacitar os proprietários no tema e oferecer apoio técnico para a criação de RPPNs através do Instituto Estadual do Ambiente (INEA).

Justificativa: As Reservas Particulares do Patrimônio Natural, mais conhecidas como RPPNs, são uma categoria de unidades de conservação da natureza prevista no Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), que consiste em transformar propriedades particulares em áreas ambientalmente protegidas em caráter perpétuo, mantendo o imóvel no nome do proprietário. Caso seja negociado, o imóvel permanecerá como uma RPPN, garantindo que essa proteção legal não seja perdida no futuro. O imóvel pode ter apenas parte de sua área como RPPN, mantendo outras áreas para utilização do solo, preferencialmente delimitadas no CAR. Portanto, incentivar a criação de RPPNs nos imóveis participantes torna-se um aditivo nos esforços de proteção, sobretudo das áreas com vegetação nativa remanescente, mantendo-as, ainda, aptas a receber possíveis intervenções e premiação financeira. Sugere-se que os programas direcionem recursos para capacitação dos provedores inscritos no conhecimento dos benefícios das RPPNs e, para aqueles que demonstrarem interesse, orientação técnica mais específica para atendimento das demandas burocráticas necessárias perante INEA, órgão ambiental estadual responsável pelo processo de criação das RPPNs.

5. Problema identificado: Ausência de incentivo formal à adoção da agricultura orgânica no planejamento dos programas.

Solução proposta: Criar tema específico de Agricultura Orgânica no âmbito das Boas Práticas e capacitar os provedores.

Justificativa: Um dos maiores impactos aos recursos hídricos em áreas de agricultura é a contaminação por produtos químicos utilizados geralmente no controle de pragas em monoculturas. A utilização dos agrotóxicos é uma forma de facilitar a produção, tendo em vista que há menos trabalho para controle de pragas do que se testando diferentes técnicas de consorciação de espécies objetivando criar um certo equilíbrio ambiental na lavoura que impeça a proliferação desenfreada de um ou mais vetores prejudiciais à produção. Ainda que no PPSABP esteja previsto, entre as Boas Práticas, o uso mais racional dos agrotóxicos, é necessário ir além e aproveitar a oportunidade para introduzir em maior escala os preceitos da agricultura orgânica, ou seja, produzir sem a utilização de produtos químicos, mesmo que as técnicas tradicionais de cultivo sejam enraizadas há gerações na região. A adoção gradativa da agricultura orgânica nas partes mais altas das propriedades pode ser uma solução de transição, associada à implementação dos Sistemas Agroflorestais (SAFs), esses já previstos como prioridade nas Boas Práticas, além de orientação para inserção e distribuição dos produtos orgânicos, geralmente com preços diferenciados, nos potenciais mercados consumidores.

CONCLUSÕES

Evidentemente que para executar as ações de aprimoramento propostas serão necessários aportes adicionais de recursos financeiros para sua implementação, precedido da realização de debates no âmbito do CBH, incluindo o grupo de trabalho específico, para elencar as necessidades mais urgentes e verificar as viabilidades técnicas e orçamentárias.

No entanto, tanto para o ciclo em execução na atualidade e, sobretudo, para os que virão posteriormente, serão ações que contribuirão para preencher lacunas importantes existentes no escopo atual do programa analisado, para a eficácia das intervenções a serem realizadas e na ampliação da sensibilização e proatividade das comunidades atendidas, para se alcançar os objetivos pretendidos de proteção do meio ambiente e da melhoria qualitativa das águas na RH em questão.

Agradecimentos

O presente artigo foi realizado com apoio do Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional

em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos – ProfªÁgua, Polo Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ.

Referências Bibliográficas

CBH-MACAÉ, Comitê de Bacia Hidrográfica dos Rios Macaé e das Ostras (2022a). Resolução do CBH Macaé nº 160, de 07 de dezembro de 2022. Revoga a Resolução CBH Macaé nº122, de 16 de outubro de 2020, e aprova a nova regulamentação do Programa de PSA e Boas Práticas da Região Hidrográfica VIII do Estado do Rio de Janeiro. Macaé – RJ. 2022.

CBH-MACAÉ, Comitê de Bacia Hidrográfica dos Rios Macaé e das Ostras (2022b). Plano de Trabalho: Implementação do Programa de PSA e Boas Práticas na RH VIII, englobando aspectos jurídicos-institucionais, contratuais e sociais. Macaé - RJ, 2022.

CBH-MACAÉ, Comitê de Bacia Hidrográfica dos Rios Macaé e das Ostras (2022c). Relatório de Diretrizes e Normas do Programa de PSA e Boas Práticas na RH VIII. Macaé – RJ, 2022.

CBH-MACAÉ, Comitê de Bacia Hidrográfica dos Rios Macaé e das Ostras (2023a). Modelo de Edital de Seleção Pública de Propriedades Rurais. Macaé – RJ, 2023.

CBH-MACAÉ, Comitê de Bacia Hidrográfica dos Rios Macaé e das Ostras (2023b). Resolução CBH-Macaé, Nº 179 de 08 de dezembro de 2023 – Revoga a Resolução CBH Macaé nº 138/2021 e instituiu o Plano Plurianual de Investimentos da Região Hidrográfica dos rios Macaé e das Ostras para o período de 2024 – 2028. Macaé – RJ. 2023.

SEAS, Secretaria de Estado do Ambiente e Sustentabilidade (2023). Atlas dos Mananciais de Abastecimento Público do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro – RJ, 2023.

PARQUE FLUVIAL – CIDADE DOS MENINOS: OCUPAÇÃO COMO FORMA DE PROTEÇÃO

Douglas Batista da Luz e Souza

Universidade Augusto Motta. douglasbatista@souunisuam.com.br

RESUMO

O presente Artigo tem como objetivo a apresentação dos procedimentos efetuados no decorrer do Projeto de Arquitetura e Urbanismo, realizado no Centro Universitário Augusto Motta (UNISUAM) em Bonsucesso/RJ com a finalidade inicial de trabalho de conclusão de curso (TCC). O projeto foi desenvolvido com o principal propósito de defender a tese “Ocupação como forma de proteção”, propondo a elaboração urbanística de um Parque Fluvial localizado na Cidade dos Meninos, em Duque de Caxias/RJ, na Baixada Fluminense. A proposta do Parque Fluvial é uma alternativa resiliente para minimizar os riscos de inundações na região. Além disso, busca-se sua multifuncionalidade, implementando ações estruturais e não estruturais que proporcionem áreas de lazer, esporte e convivência. Outro aspecto importante do projeto é o planejamento de reflorestamento com espécies da Mata Atlântica, visando a conscientização sobre a preservação do meio ambiente. Ademais, pretende-se fortalecer os comitês de bacias hidrográficas com a participação da sociedade civil. O projeto foi idealizado pelo aluno Douglas Batista (hoje com sua graduação concluída), com o auxílio de sua orientadora, a Arquiteta e Urbanista Professora Sonia Fragozo.

Palavras-chave: Elaboração Urbanística; Inundações; Reflorestamento; Preservação; Bacias Hidrográficas.

INTRODUÇÃO

Este projeto foi concebido para promover a ocupação como estratégia de proteção ambiental, com uso sustentável e abordagens de baixo impacto. Contrariando o princípio da intangibilidade que muitas vezes leva à degradação e insegurança nas áreas invadidas, buscamos uma abordagem voltada para a proteção desses espaços. O objetivo do projeto é aplicar os conceitos e processos que o aluno adquiriu ao longo do curso e durante o estágio de dois anos na Secretaria Municipal de Urbanismo do Duque de Caxias. A intervenção pretende alcançar áreas verdes de domínio público, dotando-os de funções ecológicas, paisagísticas e recreativas, visando melhorar a estética, a funcionalidade e a qualidade ambiental da cidade, protegendo a vegetação e promovendo espaços livres não impermeáveis.

No cenário atual, a área da Cidade dos Meninos enfrenta grandes desafios em termos de degradação dos rios, bem como ocupações precárias em suas margens, desmatamento, existência de lixões e areais, além do lançamento de esgotos domésticos e industriais. Essas agressões têm causado o assoreamento e a poluição dos corpos hídricos, resultando na destruição das matas ciliares e tornam o tratamento de abastecimento de água mais caro e complicado.

A intervenção escolhida consistiu na implementação de um Parque Fluvial, uma iniciativa socioambiental que oferece novas perspectivas para a conservação dos rios e enfrenta os principais desafios ambientais contemporâneos: garantir a quantidade e a qualidade da água doce, minimizar os riscos de enchentes, restaurar a biodiversidade das espécies e neutralizar as emissões de carbono. Além disso, o Parque Fluvial também contemplará áreas destinadas ao lazer, esporte e convívio social.

METODOLOGIA

Revisão Bibliográfica

Foi realizada uma revisão bibliográfica sobre o tema dos parques fluviais para reunir dados relevantes. Durante essa revisão, foi identificado o artigo intitulado “Utilização de polder para controle de enchentes - Solução ou problema?” de Matheus Martins de Souza, Osvaldo Moura Rezende, Marcelo Gomes Miguez e Paulo Canedo de Magalhães como uma fonte importante para embasar o estudo.

Descrição da Situação Real

De acordo com os pioneiros, o estudo ilustra uma situação real na qual a implantação generalizada de polders na Cidade dos Meninos resultou em um mau funcionamento do sistema (Figura 1). Os polders são planícies alagáveis protegidas por diques utilizados no controle de inundações ao longo de um trecho de um rio (Figura 2). Uma das desvantagens da construção sistemática de diques é que hidraulicamente o dique reduz a seção de escoamento e pode provocar aumento da velocidade e dos níveis de inundação (SOUZA *et al.*, 2009).

Figura 1

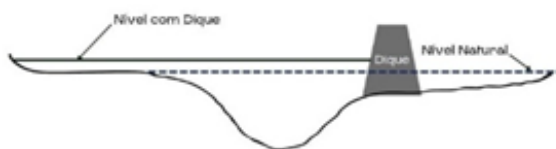
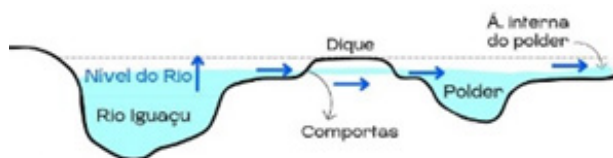


Figura 2



Considerando a situação descrita, foi estudada uma proposta para desativar um polder na Cidade dos Meninos. A proposta envolve a retirada de parte do dique de proteção da parte inferior do rio Iguaçu como solução para o problema de sobrelevação de níveis d'água (Figura 3). Essa intervenção visa mitigar os seguintes problemas identificados:

- Intensificação das inundações na área;
- Ausência de áreas de várzeas para extravasamentos;
- Aumento do nível da água.

Além disso, foi considerada a utilização da área interna do polder da Cidade dos Meninos como área de armazenamento para o Rio Iguaçu (SOUZA *et al.*, 2009).

Figura 3

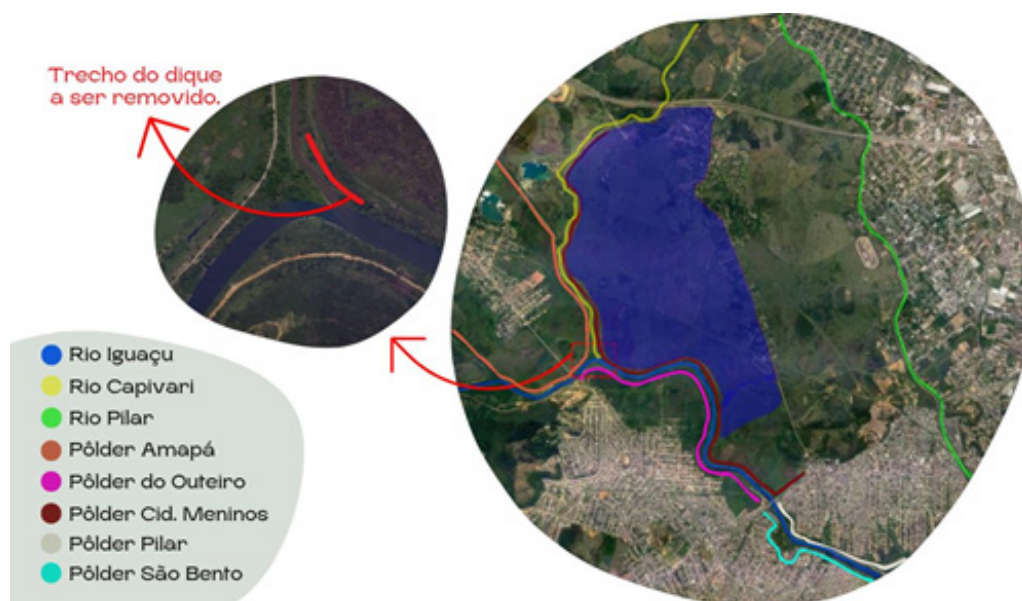
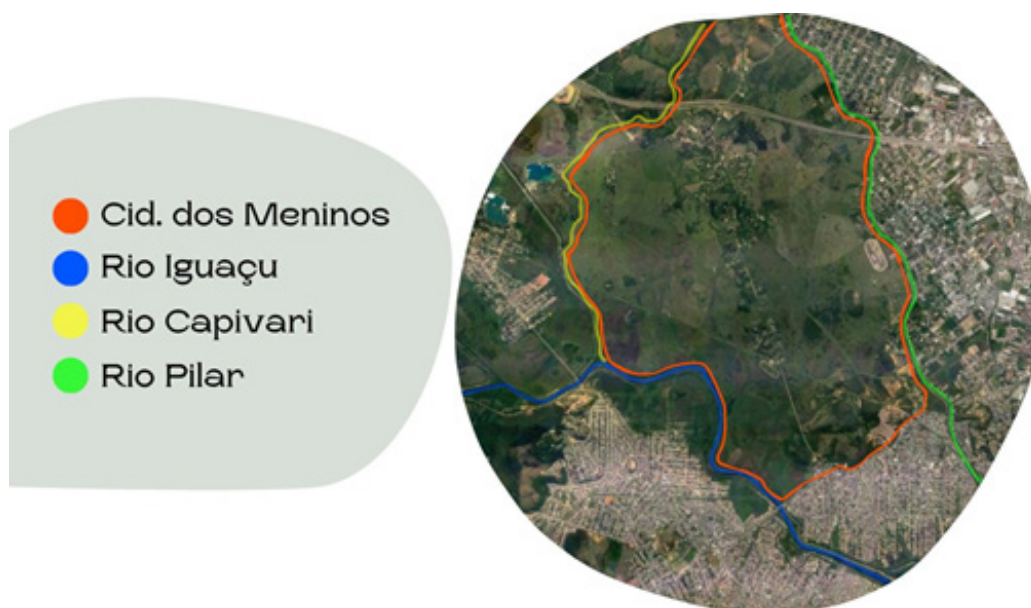


Figura 4



RESULTADOS E DISCUSSÃO

O que é um parque fluvial?

Os parques fluviais representam uma construção socioambiental que traz um novo olhar sobre a defesa dos rios. São espaços importantes para a conservação dos ecossistemas fluviais, oferecendo oportunidades educacionais sobre a importância da água e combinando elementos da natureza com recursos recreativos, como áreas de lazer, cultura, esporte e convivência, conectando as pessoas com a natureza e promovendo um estilo de vida saudável.

Problemas Ambientais nos Rios

Os rios sofrem um processo contínuo de degradação, com suas margens ocupadas por habitações

precárias, desmatamento, lixões, areais e contaminação por esgoto doméstico e industrial.

Contexto Histórico e Desafios da Cidade dos Meninos

A Cidade dos Meninos situa-se na localidade de Pilar, no Município de Duque de Caxias, na Baixada Fluminense, Estado do Rio de Janeiro. Com uma área de 1900 hectares, a história da Cidade dos Meninos remonta a diferentes períodos e utilizações. Inicialmente, em 1943, foi estabelecido como um albergue para meninas. Posteriormente, em 1946, tornou-se uma instituição para meninos.

Em 1949, parte da Cidade dos Meninos foi cedida para um Instituto de Malariologia, que produzia o pesticida HCH, também conhecido como pó de broca. No entanto, em 1961, o instituto fechou devido a dificuldades. Em 1993, os institutos da Cidade dos Meninos foram fechados devido à contaminação. Somente em 1999, uma área foi cercada para descontaminação, após anos de ocupações irregulares (Prefeitura Municipal de Duque de Caxias - PMDC, *et al.*, 2014).

Projeto Pós-Descontaminação

É importante ressaltar que este projeto se baseia em uma etapa posterior à descontaminação da área, destacando a necessidade de reabilitação da região.

OBJETIVO

O projeto do Parque Fluvial visa explorar e unificar os aspectos fundamentais, buscando melhorias significativas para o ambiente e a comunidade local. Além de contemplar espaços dedicados ao lazer, cultura, esporte e interação social, o Parque Fluvial tem como objetivos:

- Melhorias na qualidade da água;
- Redução dos riscos de enchentes;
- Restauração da biodiversidade;
- Neutralização de emissões de carbono;
- Oferecimento de oportunidades educacionais sobre a importância da água.

Público-Alvo

Ao identificar as atividades recreativas já disponíveis na região, é possível destacar os aspectos do Parque Fluvial para atrair o público-alvo específico, oferecendo experiências distintas e agradáveis para:

- Famílias e crianças, proporcionando áreas seguras e divertidas para recreação em família;
- Entusiastas de esporte, com espaços adequados para a prática de diversas atividades esportivas;
- Apreciadores da natureza e de pássaros, oferecendo oportunidades de observação da fauna e flora locais;
- Grupos de terceira idade, com áreas acessíveis e programas de atividades adequados às suas necessidades;
- Ecoturistas, proporcionando trilhas ecológicas e passeios guiados para explorar a beleza natural da região;
- Jovens e estudantes, com programas educacionais e atividades interativas para promover a conscientização ambiental e cultural.

Conceito e Referência Conceitual

O conceito desse parque é baseado nas formas orgânicas, na integração harmoniosa entre o ambiente, a comunidade local e os visitantes, promovendo a preservação e valorização dos recursos naturais e culturais associados ao curso d'água.

PROJETO: PARQUE FLUVIAL/CIDADE DOS MENINOS

O projeto abrange diversos setores para promover uma abordagem integrada e multifuncional do Parque Fluvial, incluindo (Figura 5):



Figura 5 - Implantação

Área de Reflorestamento, dedicada ao plantio de espécies nativas da Mata Atlântica para promover a preservação e a recuperação do ecossistema local (Figura 6).

Figura 6 - Base Arbórea



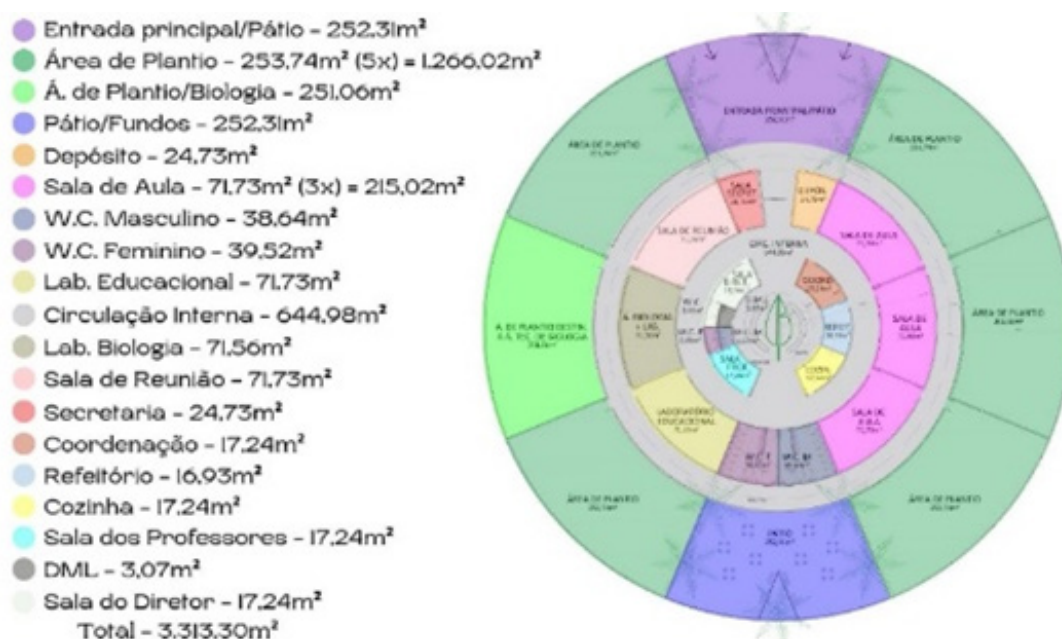
Área de Refloresta-
mento

Setor Educacional e Pesquisa Acadêmica, que conta com uma escola de jardinagem, espaços dedicados à educação ambiental com áreas de plantio, área de biodigestores e laboratórios de pesquisa (Figura 7 e 8).

Figura 7 - Perspectiva/Setor Educacional e Pesquisa Acadêmica



Figura 8 - Setorização/Setor Educacional e Pesquisa Acadêmica



A área de Jardim e Passeio proporciona ambientes com diferentes níveis que podem ser apreciados em distintos momentos de maré alta e baixa (Figura 9 e 10).

Figura 9 - Perspectiva/Área de Jardim e Passeio

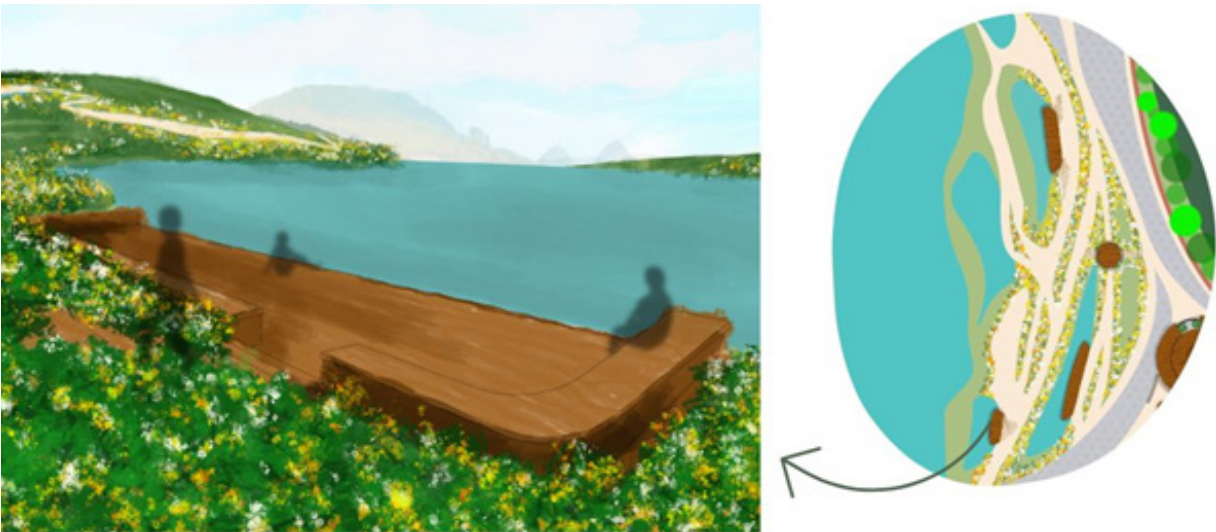
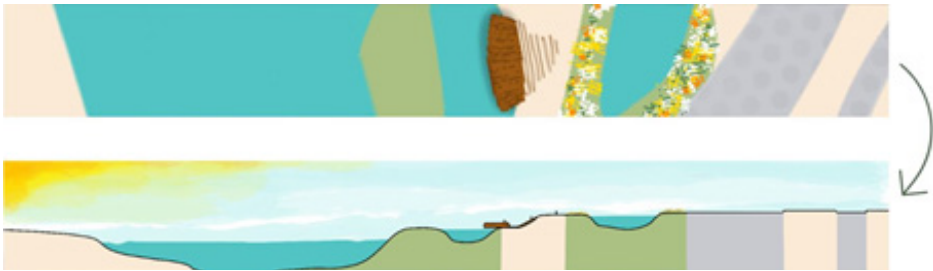
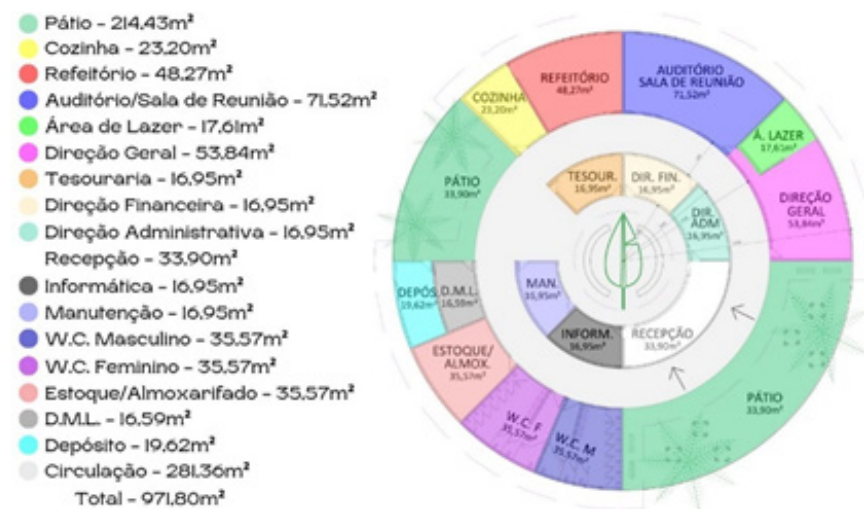


Figura 10 - Perfil/Área de Jardim e Passeio



Setor Administrativo e de Gestão, responsável pela organização e coordenação das atividades do parque (Figura 11).

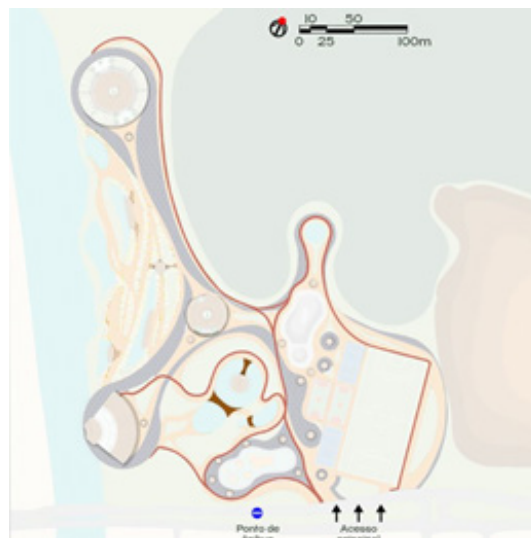
Figura 11 - Setorização/Setor Administrativo



Áreas de Convivência, projetadas para proporcionar espaços de interação social e recreação.

Ciclovia que conecta todos os setores do parque, proporcionando uma opção de transporte sustentável e recreativo (Figura 12).

Figura 12 - Caminhos, Percurso e Ciclovía



Setor Cultural, que oferece um anfiteatro para eventos e apresentações (Figura 13, 14 e 15).

Figura 13 - Perspectiva/Setor Cultural (Anfiteatro)

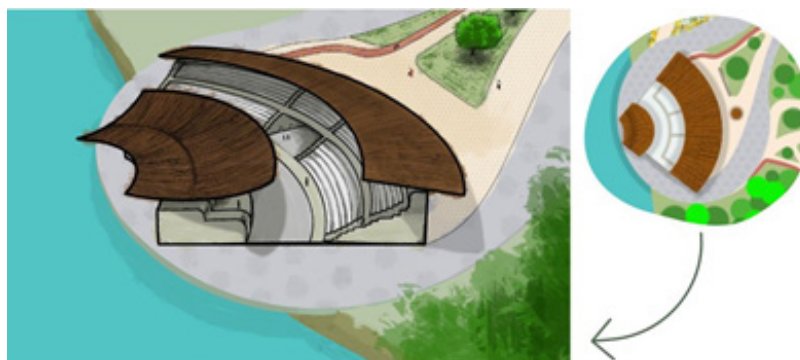
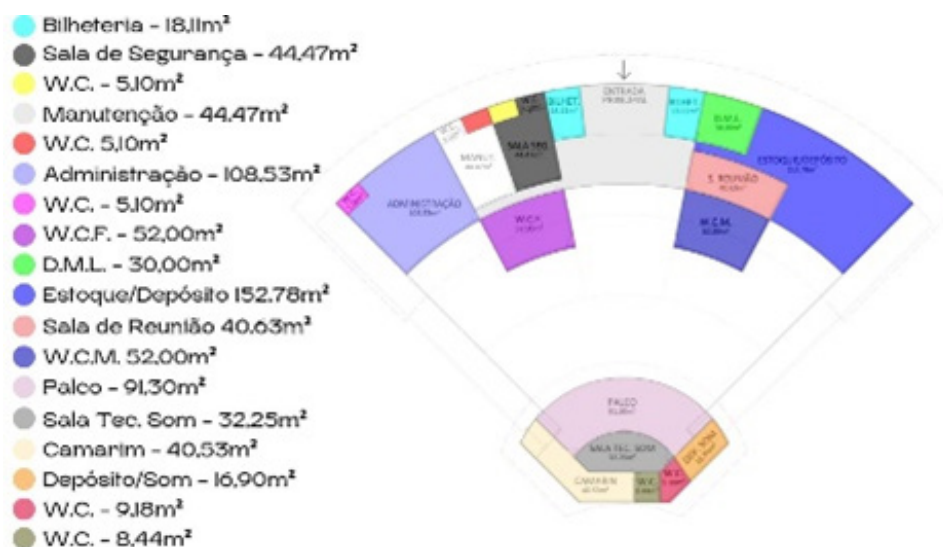


Figura 14 - Setorização/Anfiteatro



Figura 15 - Setorização/Anfiteatro

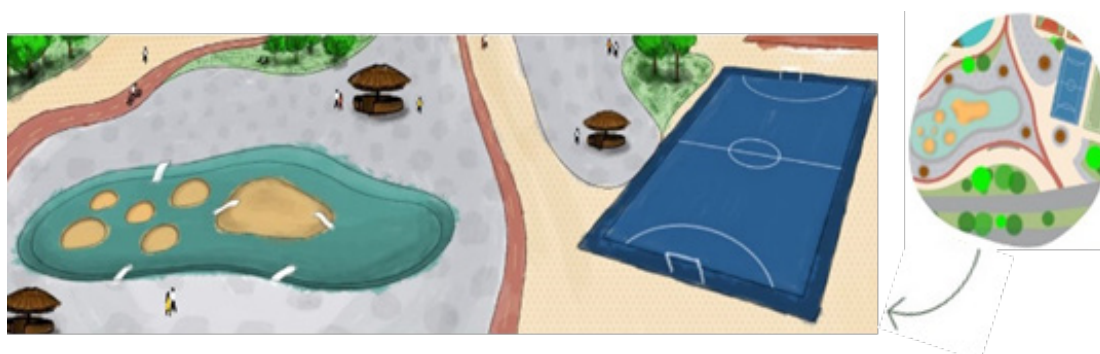


1. Quiosques comerciais para atender às necessidades dos visitantes.
2. Setor Esportivo, que disponibiliza quadras poliesportivas, campo de futebol, quadra de skate e parque infantil para a prática de diversas atividades esportivas (Figura 16 e 17).

Figura 16 - Perspectiva/Setor Esportivo (Quadra de Skate)



Figura 17 - Perspectiva/Setor Esportivo (Parque Infantil e Quadra Poliesportiva)



CONCLUSÕES

O cenário atual da Cidade dos Meninos revela a urgência de intervenções que enfrentem os desafios da degradação dos rios e das ocupações precárias em suas margens. A implementação do Parque Fluvial não apenas visa restaurar a biodiversidade e a qualidade dos corpos hídricos, mas também minimiza os impactos de cheias e oferece espaços de lazer, esporte e convívio social para a comunidade.

Com uma abordagem integrada e multifuncional, o projeto abrange diversos setores, desde a educação e pesquisa acadêmica até a gestão administrativa, proporcionando uma experiência completa e enriquecedora para os visitantes.

Referências Bibliográficas

SOUSA, M., MIGUEZ, M., MAGALHAES, P., & REZENDE, O. Utilização de Polder para Controle de Enchentes-Solução ou Problema. Anais do XVIII Simpósio Brasileiro De Recursos Hídricos, 2009.

PREFEITURA MUNICIPAL DE DUQUE DE CAXIAS - PMDC, SECRETARIA DE PLANEJAMENTO, HABITAÇÃO E URBANISMO - SMPHU, SUBSECRETARIA DE URBANISMO, DIRETORIA DE PLANEJAMENTO URBANO E COORDENADORIA DE GEOPROCESSAMENTO. Apresentação de Estudo Preliminar - Proposta de Zoneamento Cidade dos Meninos. Duque de Caxias, RJ, 2014.

PROJETO COMITÊ NAS ESCOLAS: CAPACITAÇÃO DE DOCENTES EM EDUCAÇÃO AMBIENTAL PARA GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

Ednilson Gomes de Souza Júnior¹, Alice Sá Rego de Azevedo², Virginia Villas Boas Sá R

¹Consórcio Intermunicipal Lagos São João, e-mail: ednilson.cilsj@gmail.com;

²Consórcio Intermunicipal Lagos São João, e-mail: alicazevedo.cilsj@gmail.com;

³Diretora Secretária Geral do CBH Macaé e das Ostras, representante da Associação Casa dos Saberes, e-mail: visarego@yahoo.com.br;

⁴Diretora Presidente do CBH Macaé e das Ostras, representante do Instituto Federal Fluminense, e-mail: ines_paes@yahoo.com.br;

⁵Consórcio Intermunicipal Lagos São João, e-mail: fernandah.cilsj@gmail.com

RESUMO

O relato de experiência apresenta o desenvolvimento do curso “Comitê nas Escolas”, que teve como objetivo capacitar professores da Região Hidrográfica dos rios Macaé e das Ostras, no estado do Rio de Janeiro, em Educação Ambiental (EA) e gestão de recursos hídricos. O projeto contou com etapas de mapeamento das escolas da região e de mobilização das secretarias de educação e escolas para divulgação e inscrições. Ao longo do curso, os participantes tiveram contato com uma variedade de conteúdos, que envolveu aulas presenciais, encontros virtuais e visitas técnicas de campo. Os temas abordados incluíram questões relacionadas ao uso da água, desafios socioambientais, conceitos de EA e sua aplicação prática no contexto escolar. Além disso, foram realizadas dinâmicas de grupo, oficinas e apresentações de convidados especialistas, contando com a participação de membros do Comitê Macaé e das Ostras. Um aspecto destacado foi a produção de textos síntese e de projetos de EA pelos participantes, resultando em 174 textos individuais e 26 projetos elaborados coletivamente. Esses materiais foram compilados e publicados em um “*E-book das águas*”. Ao final, o curso capacitou 84 professores, incentivou a implementação de projetos de EA em suas escolas e aproximou os cursistas do debate sobre a gestão participativa das águas. Além disso, os projetos e metodologias apresentados no *E-book* podem ser adaptados e replicados em outras escolas e regiões hidrográficas, contribuindo para a promoção da Educação Ambiental em âmbito local, regional e nacional.

Palavras-chave: Comitê de Bacia Hidrográfica, Formação de Professores, Educação Ambiental Crítica, Participação Social, Gestão Participativa.

INTRODUÇÃO

Embora seja comumente apresentada como um objeto único, a Educação Ambiental (EA) constitui-se como um campo de saber plural e diverso, com uma ampla variedade de características pedagógicas, políticas, éticas e epistemológicas que definem suas concepções e práticas (LAYRARGUES; LIMA, 2014). Sauvé (2005), por exemplo, identificou 15 correntes distintas da EA, enquanto Layrargues e Lima (2014) classificam a área em três grandes macrotendências: conservacionista, pragmática e crítica. As visões dos autores coincidem em relação à vertente crítica, a qual emerge como um esforço para contextualizar e politizar o debate ambiental, problematizando as contradições dos modelos de desenvolvimento e de sociedade e estimulando o enfrentamento político das desigualdades e da injustiça socioambiental.

Um reflexo desta concepção surge na própria Política Nacional de Educação Ambiental, que entre seus objetivos, postula “o estímulo e o fortalecimento de uma consciência crítica sobre a problemá-

tica ambiental e social” (BRASIL, 1999). Em seus princípios, a referida lei defende a importância de uma EA com enfoque humanista, holístico, democrático e participativo, reconhecendo e respeitando a pluralidade e a diversidade individual e cultural. Apoia-se em uma concepção holística do meio ambiente, que considera a interdependência entre o meio natural, socioeconômico e cultural e o pluralismo de ideias e concepções pedagógicas. A legislação estadual do Rio de Janeiro, por meio da Lei Nº 3325/1999, compartilha desses mesmos valores (ALERJ, 1999).

No âmbito da relação entre Educação Ambiental e gestão de recursos hídricos, Palavizini (2018) argumenta que as conexões entre os processos de planejamento, gestão, participação e educação são inseparáveis. Segundo a autora, é nos mecanismos políticos e nos colegiados, como os Comitês de Bacia Hidrográfica, que reside a necessidade efetiva da EA, atuando como uma política transversal e permeando outras áreas, como educação, saúde, saneamento, meio ambiente, agricultura, indústria, mineração, urbanização e conservação. Além disso, ela enfatiza a importância da EA partindo da realidade local e considerando a diversidade de olhares sobre o território para promover, assim, uma atuação transversal.

A Região Hidrográfica VIII do estado do Rio de Janeiro (RH VIII) abrange as bacias hidrográficas dos rios Macaé e das Ostras, possui uma abundância de água de boa qualidade, especialmente em sua região serrana, e uma variedade de atrativos naturais, como cachoeiras, lagoas e praias. No entanto, este território não está isento de disputas relacionadas à água, que resultam em situações de conflitos e injustiças, especialmente ligadas à construção de grandes empreendimentos, à desigualdade na distribuição de água potável e à falta de saneamento básico. Diante dessa realidade, a EA pode desempenhar um papel crucial como ferramenta de transformação social, sobretudo no que diz respeito à conservação dos recursos hídricos e à promoção da participação social.

Consciente dessa situação e do seu papel na gestão das águas e na mediação de conflitos, o Comitê de Bacia Hidrográfica dos rios Macaé e das Ostras empenhou-se em integrar ações de EA no Plano de Recursos Hídricos da RH VIII, por meio do seu Programa de Ação G - Educação Ambiental. O objetivo principal deste programa é sensibilizar a população e os atores envolvidos na gestão de recursos hídricos sobre a importância da conservação da qualidade e da quantidade de água na Bacia Hidrográfica, visando garantir a qualidade de vida das comunidades locais e promover instrumentos de participação cidadã.

Uma problemática identificada pelo CBH Macaé Ostras foi a carência de atividades de EA nas escolas públicas da RH VIII, bem como a falta de capacitação dos professores para lidar com essas questões. Em resposta a essa lacuna, o Comitê desenvolveu, em 2023, o projeto “Comitê nas Escolas”, que teve como objetivo de promover a Educação Ambiental crítica, com foco na gestão dos recursos hídricos, por meio de curso de capacitação para docentes das instituições de ensino da RH VIII. Assim, este relato de experiência busca apresentar as principais ações e resultados obtidos com o projeto, concluído em janeiro de 2024.

METODOLOGIA

Financiado com recursos do Fundo Estadual de Recursos Hídricos, o projeto teve início em janeiro de 2023, com a realização de reuniões com a empresa contratada para execução do projeto (Instituto Moleque Mateiro – IMM) e o Consórcio Intermunicipal Lagos São João (CILSJ), para a elaboração do Plano de Trabalho, documento que definiu as principais ações, o cronograma e outras questões técnicas relevantes.

O próximo passo consistiu no mapeamento e na sistematização das escolas públicas e particulares

dentro da área de atuação do Comitê, com foco nos quatro principais municípios, Macaé, Rio das Ostras, Casimiro de Abreu, Nova Friburgo. Os municípios Conceição de Macabu e Carapebus não possuem escolas na parte do território que integra a RH VIII, por isso, foram não foram contemplados.

Após a identificação de todas as escolas, entrou-se em contato com as Secretarias Municipais de Educação (SEMED) e com a Secretaria Estadual de Educação (SEEDUC) – Regional Serrana II, para apresentar o projeto e solicitar autorização e apoio para sua realização com os professores das escolas públicas. Foram realizadas seis reuniões com as secretarias; posteriormente, foram enviados ofícios e documentações sobre o projeto e foi assinado um termo de apoio com cada secretaria municipal, pois a estadual não retornou às comunicações.

Com a obtenção da autorização e apoio das secretarias, iniciou-se o processo de divulgação do curso. Das escolas mapeadas, foram contatadas via telefone e e-mail 91 públicas e 67 particulares, momento em que a proposta do curso foi apresentada. Para esta fase, foram produzidos materiais gráficos digitais para divulgação e foram realizados dois webinários. Ao final dos eventos, foi disponibilizado o link para o formulário de manifestação de interesse das escolas. O objetivo do formulário foi garantir o comprometimento da escola com o projeto e a autorização para seus profissionais se inscreverem no curso. Dentre as escolas que manifestaram interesse, 40 unidades foram selecionadas e receberam a visita da equipe do IMM, que distribuiu os materiais de divulgação, do CBH e realizou a apresentação do curso aos diretores e coordenadores.

Em seguida, teve início o período de inscrições para o curso de capacitação. Ao se inscrever, os interessados deveriam enviar uma carta de interesse, que foi avaliada segundo critérios estabelecidos no Termo de Referência. O projeto recebeu um total de 122 inscrições, das quais 113 foram validadas. Dessas, 106 efetivaram a matrícula em uma das quatro turmas, sendo 25 participantes em Lumiar, 25 em Macaé I, 25 em Macaé II e 31 em Rio das Ostras. Os cursistas preencheram um formulário de percepção ambiental no início e ao final do curso, com o objetivo de avaliar seu nível de conhecimento sobre a temática e sobre a realidade socioambiental da região e a transformação após a participação no projeto.

O curso foi realizado entre os meses de julho e dezembro de 2023, em formato híbrido, com cinco encontros presenciais aos sábados. Destes, três foram destinados à discussão de conteúdos sobre temática ambiental e recursos hídricos, um para uma visita técnica à Região Hidrográfica e outro para a apresentação dos projetos elaborados pelos cursistas. Além disso, ocorreram cinco encontros virtuais, sendo três para debates sobre questões teóricas e dois para a construção coletiva dos projetos de educação ambiental. Totalizando 60 horas de formação, o curso distribuiu um kit aos cursistas, contendo uma apostila específica, além de uma bolsa auxílio por encontro presencial, para ajudar nos custos de transporte e alimentação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na primeira etapa do projeto, foram identificadas e mapeadas 101 escolas públicas e 67 particulares na RH VIII, mais concentradas na parte baixa da bacia, predominantemente urbana. Após o mapeamento, a articulação em conjunto com as secretarias de educação foi fundamental para realização do projeto. Os servidores das secretarias demonstraram grande interesse na proposta e foram solícitos na disponibilização de informações e contatos com as direções escolares, bem como na disponibilização de locais para os encontros presenciais. Em dois municípios, Macaé e Rio das Ostras, houve o envolvimento direto do setor de formação continuada dos professores das secretarias. A participação de 69 representantes das escolas nos webinários e o preenchimento do formulário de manifestação de interesse por 59 escolas

refletiram a importância do apoio das secretarias na adesão ao projeto. Após a etapa de visita às escolas, as inscrições e matrículas foram feitas, resultando em 106 cursistas no alto, médio e baixo curso da região, distribuídos em quatro turmas.

Na primeira aula presencial, intitulada ‘Aula 1 - Água é vida’, além da abertura formal do curso, com apresentação de seus objetivos e cronograma, foram abordados os seguintes temas: usos da água, conceito de bacia hidrográfica, saneamento básico, bases legais dos recursos hídricos no Brasil e os comitês participativos, crise socioambiental, Agenda 2030 e Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), injustiça e racismo ambiental. A exposição dialogada sobre o tema foi complementada pela dinâmica “Minha Vida Ambiental no Rio do Tempo” e pelo jogo “Caminho das Águas” (Figura 1A). Os primeiros encontros também contaram com a participação de representantes das Secretarias Municipais de Educação, do CBH Macaé Ostras e do CILSJ.

No encontro presencial seguinte, intitulado ‘Aula 2 - Educação Ambiental como prática social em construção’, foram apresentadas as concepções de natureza, sociedade e meio ambiente, bem como os diferentes paradigmas do pensamento científico e sua influência sobre a Educação Ambiental. Foram abordados também o desenvolvimento histórico da EA e suas diversas concepções e perspectivas, além das bases legais da EA no Brasil. Discutiu-se a relação entre o Projeto Político Pedagógico (PPP) das escolas e os desafios e potencialidades da Educação Ambiental no ensino formal, além da apresentação de metodologias de planejamento participativo de projetos. Também foram realizadas as dinâmicas “Frases Fraseadas” e “Sinergia”, além de uma atividade prática sobre a elaboração do Programa Municipal de Educação Ambiental e a inclusão da EA no PPP das escolas (Figura 1B).

Na sequência, a ‘Aula 3 - Realidade local dos recursos hídricos’ abordou a temática do bioma Mata Atlântica e do Sistema Nacional de Unidades de Conservação, com foco na realidade da RH VIII. Foram discutidos temas relacionados à gestão dos recursos hídricos no estado do Rio de Janeiro e na RH VIII, ao Comitê de Bacia Hidrográfica e aos principais projetos de EA desenvolvidos pelo CBH Macaé Ostras. Além dos debates mencionados, os cursistas participaram de uma saída de campo para observar um corpo hídrico próximo ao local dos encontros (Figura 1C). Esta aula também contou com a participação de diversos convidados, como membros do CBH Macaé Ostras (Figura 1D), representantes das secretarias municipais de educação, professores convidados especialistas na temática (Figura 1E) e do coordenador da Comissão de Governança do Caminho da Mata Atlântica (Figura 1F).

O quarto encontro presencial foi destinado para uma visita técnica de campo, “Alto curso a foz do Rio Macaé”, com duração de oito horas, que percorreu diversos pontos da região hidrográfica, desde o alto curso do rio Macaé até a foz dos rios Macaé e das Ostras (Figura 2A). Ao todo, os cursistas visitaram seis pontos, incluindo a APA de Macaé de Cima, o rio Macaé no centro do distrito de Lumiar, o atrativo Encontro dos Rios, onde puderam desfrutar de um banho de cachoeira, o mirante da Cachoeira da Fumaça, na RJ 142, o Portal do Sana, no encontro dos rios Sana e Macaé, e a foz do rio Macaé para as turmas de Macaé I e II e Lumiar, e a foz do rio das Ostras para a turma de Rio das Ostras.

Durante todo o percurso e nas paradas realizadas, os cursistas foram incentivados a observar a realidade socioambiental e suas transformações e analisar os aspectos visuais da água, o grau de urbanização e a presença ou ausência de vegetação nas margens dos rios. Para estimular o processo de aprendizagem, também foram realizadas coletas e análises de água com fins didáticos, utilizando um kit de análises simples, composto por termômetro, um refratômetro

portátil, para análise da salinidade, e reagentes para observação do nível de oxigênio dissolvido, além de um aparelho medidor de pH, além de envio de amostras para análise laboratorial de coliformes totais para discussão dos resultados na última aula (Figura 2B).

Figura 1. Registros dos encontros presenciais do projeto.



Fonte: Acervo CBH Macaé Ostras (2023)

Assim como nos encontros presenciais e *online*, a visita técnica também contou com a participação de convidados, como os guardas-parque da APA Macaé de Cima (Figura 2C) e o turismólogo da APA do Sana (Figura 2D). Tais participações enriqueceram a visita com informações sobre as Áreas de Proteção Ambiental e suas interações com a sociedade, além de detalhar as possibilidades para a realização de atividades de EA nas APAs.

Figura 2. Registros das saídas de campo e análises da qualidade da água.



Fonte: Acervo CBH Macaé Ostras (2023)

Já nos encontros *online*, foram abordados conteúdos relativos ao histórico do Ensino a Distância (EaD) no Brasil, com foco em seus desafios e potencialidades, as possibilidades de se trabalhar a EA na modalidade EaD, além de ferramentas, como o *Padlet* e oficina de cartografia social com o *My Maps* (Figura 2B). Os encontros *online* também contaram com a participação de professores convidados especialistas. Parte do período das aulas *online* foi utilizada para a produção individual dos textos síntese sobre as temáticas apresentadas no curso e dos projetos de EA, elaborados por grupos, sob a orientação dos professores do IMM. Durante o curso, cada participante teve a tarefa individual de produzir, no mínimo, dois textos síntese, que apresentaram diferentes abordagens textuais, consolidando um espectro amplo de produção, com textos informativos, poesias, músicas e sugestões de atividades práticas para a sala de aula. A produção resultou em 174 textos, que foram agrupados nas seguintes temáticas: ‘Água’, ‘Educação Ambiental no contexto escolar’, ‘Crise Socioambiental’ e ‘Ambiente e Sustentabilidade’.

Outra parte da avaliação do curso foi a elaboração de projetos de Educação Ambiental voltados para a região hidrográfica dos rios Macaé e das Ostras; foram aproveitadas as experiências dos professores com a realidade local e os conteúdos abordados ao longo do curso. Para propiciar maior interação, os cursistas se organizaram em grupos, de modo que os projetos apresentados são resultados de produções coletivas. Ao todo, foram elaborados 26 projetos, utilizando a metodologia 5W2H (Do inglês: *What* (O que), *Why* (Por que), *Who* (Quem), *Where* (Onde), *When* (Quando), *How* (Como) e *How much* (Quanto)). Por afinidades temáticas, eles foram divididos em oito eixos: ‘Água’, ‘Gestão de Resíduos Sólidos’, ‘Hortas’, ‘Mapeamento Participativo’, ‘Mobilização’, ‘Resgate Histórico’, ‘Unidades de Conservação’ e ‘Viveiros de mudas’. Os grupos apresentaram seus projetos no último encontro presencial num rico momento de interação e troca.

Como produto final do projeto, parte dos textos síntese, os conceitos gerais, os planos de aulas e os projetos produzidos foram reunidos e publicados no “*E-book das Águas: Educação Ambiental e recursos hídricos na Região Hidrográfica Macaé e das Ostras*” (Figura 3), que também apresenta os principais resultados do curso e detalha aspectos da Região Hidrográfica e dos CBHs. O E-book, assim como todos os relatórios referentes ao projeto, estão disponíveis para acesso gratuito no site do Comitê (<https://cbhmacae.eco.br/projetos/>) (CBH Macaé Ostras, 2024b).

Figura 3. Capa do *E-book* das Águas e resumo de projeto integrante do documento.



Fonte: CBH Macaé Ostras (2024a)

Ao término do curso, foram capacitados 84 professores, e 75 receberam o certificado, pois cumpriram todos os requisitos do curso; que envolveu 62 escolas públicas e duas particulares. Os participantes foram convidados a preencher um novo questionário de percepção ambiental, cujos resultados foram comparados com os dados obtidos no questionário inicial. Essa análise possibilitou observar a evolução do conhecimento dos participantes sobre a situação socioambiental da região e o aprofundamento dos conceitos discutidos ao longo do curso.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este relato de experiência buscou evidenciar a potencialidade do projeto “Comitê nas Escolas” na capacitação de professores em EA e na gestão de recursos hídricos na Região Hidrográfica dos rios Macaé e das Ostras, com a integração da sociedade. Com um total de 84 professores capacitados, o curso fomentou a elaboração de diversos projetos que poderão ser desenvolvidos em suas e em outras escolas, contando ainda com a possibilidade de parceria com as prefeituras municipais e Unidades de Conservação, além do próprio CBH Macaé Ostras.

No decorrer do curso, os participantes tiveram contato com uma ampla gama de conteúdos, sob o viés da EA Crítica, estimulando assim, um olhar atento para os problemas socioambientais que afetam a região e para a importância da participação social na gestão ambiental. Além dos debates teóricos, também foram promovidas dinâmicas que podem ser replicadas e atividades práticas, como a visita técnica, que aproximou os cursistas do território em que vivem, já que muitos dos pontos visitados ainda eram desconhecidos pela maioria.

A participação dos membros do CBH Macaé Ostras nos encontros também foi de grande relevância, pois possibilitou uma compreensão mais profunda das questões que envolvem a gestão participativa das águas e promoveu a aproximação e o fortalecimento de vínculos entre eles. Muitos participantes demonstraram interesse em se envolver mais ativamente nas atividades do Comitê após o curso.

Por fim, cabe ressaltar que, juntamente com toda a metodologia do curso, os projetos publicados no

E-book podem ser facilmente adaptados e replicados à realidade local e regional de outras bacias hidrográficas. Com isso, espera-se que este trabalho sirva como inspiração para outras regiões que enfrentam desafios semelhantes. Ao compartilhar conhecimento e boas práticas, pode-se contribuir para a construção de sociedades mais sensibilizadas e engajadas na conservação dos recursos naturais e na promoção da justiça ambiental.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALERJ. Lei Nº 3325/1999. Dispõe sobre a Educação Ambiental, institui a Política Estadual de Educação Ambiental, cria O Programa Estadual de Educação Ambiental e Complementa a Lei Federal Nº 9.795/99 no Âmbito do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, [1999]. Disponível em: <http://alerjln1.alerj.rj.gov.br/CONTLEI.NSF/b24a2da5a077847c032564f4005d4bf2/cdca1ff2e635ef0903256857004f8540> Acesso em: 07 mar. 2024

BRASIL. Lei Nº 9.795/1999. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Brasília, [1999]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.htm Acesso em: 07 mar. 2024

CBH MACAÉ OSTRAS. E-book das Águas: Educação Ambiental e Recursos Hídricos na Região Hidrográfica Macaé e das Ostras. Comitê de Bacia Hidrográfica dos Rios Macaé e das Ostras, Consórcio Intermunicipal Lagos São João e Instituto Moleque Mateiro de Educação Ambiental. 1. ed. - Rio das Ostras/RJ, 2024a. Disponível em: https://cbhmacae.eco.br/wp-content/uploads/2024/02/Ebook_Comite-nas-Escolas_isbn.pdf Acesso em: 04 mar. 2024.

CBH MACAÉ OSTRAS. Projeto Comitê nas Escolas. Comitê de Bacia Hidrográfica dos Rios Macaé e das Ostras, Rio das Ostras/RJ, 2024b. Disponível em: <https://sigamacae.k2sistemas.com.br/gepro-k2/relatorios/relatorioFicha.html?p=292> Acesso em: 05 mar. 2024.

LAYRARGUES, P. P.; LIMA, G. F. da C. As macro tendências político-pedagógicas da educação ambiental brasileira. *Ambiente & Sociedade*, v.17, n.1, p. 23–40, 2014. Disponível em <https://www.scielo.br/j/asoc/a/8FP6nynhjdZ4hYdqVFdYRtx/#> Acesso em 04 mar. 2024

PALAVIZINI, R. Educação Ambiental na Construção da Governança das Águas. In: *Encontros formativos: educação ambiental, capacitação e a gestão das águas*. Agência Nacional de Águas, Brasília, 2018. Disponível em: https://biblioteca.ana.gov.br/asp/download.asp?codigo=132372&tipo_midia=2&iIndexSrv=1&iUsuario=0&obra=73984&tipo=1&iBanner=0&iIdioma=0 Acesso em: 07 mar. 2024.

PROJETO PROGRAMA PRODUTOR SUSTENTÁVEL – MICROBACIA DO RIO BOCAINA - CACHOEIRA PAULISTA -SP

Fabiano Haddad Collard¹; Elias Adriano dos Santos²; Pedro Henrique Fili³; João Paulo Canevari⁴

¹Engenheiro agrônomo, Collard Ambiental. fabianocollard@yahoo.com.br

²MSc. Gestão e Regulação de Recursos Hídricos. eliasadrianodossantosadriano@gmail.com

³Engenheiro ambiental, P.H.F, ambiental. pedro.hfili@gmail.com

⁴Técnico Agrícola.

RESUMO

O projeto em Cachoeira Paulista, com recursos do Fundo Estadual de Recursos Hídricos de São Paulo (FEHIDRO), em parceria com a Cooperativa de Leite de Cachoeira Paulista (COLACAP), -The Nature Conservancy (TNC), SENAR-FAESP e CATI, tem como objetivo recuperar 51,01 hectares de áreas ciliares na microbacia do Rio Bocaina e seu afluente, o Rio Bravo. O tomador do recurso é o Sindicato Rural de Cruzeiro e Lavrinhas. Essas áreas são cruciais para o abastecimento de água, sendo este corpo hídrico responsável por 80% desse fornecimento no município de Cachoeira Paulista. O projeto visa melhorar a qualidade da água e do leite, a principal fonte de renda local. Com base na Resolução SMA 32/14, serão implementadas técnicas de uso do solo em 10 propriedades rurais, com ênfase no plantio de espécies regenerativas e na recomposição florestal em 51,01 hectares. O monitoramento do projeto será realizado ao longo de três anos, incluindo atividades de educação ambiental em escolas rurais e comunidades locais. Esse projeto, em fase de implementação, busca promover o desenvolvimento sustentável na região, alinhando-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU).

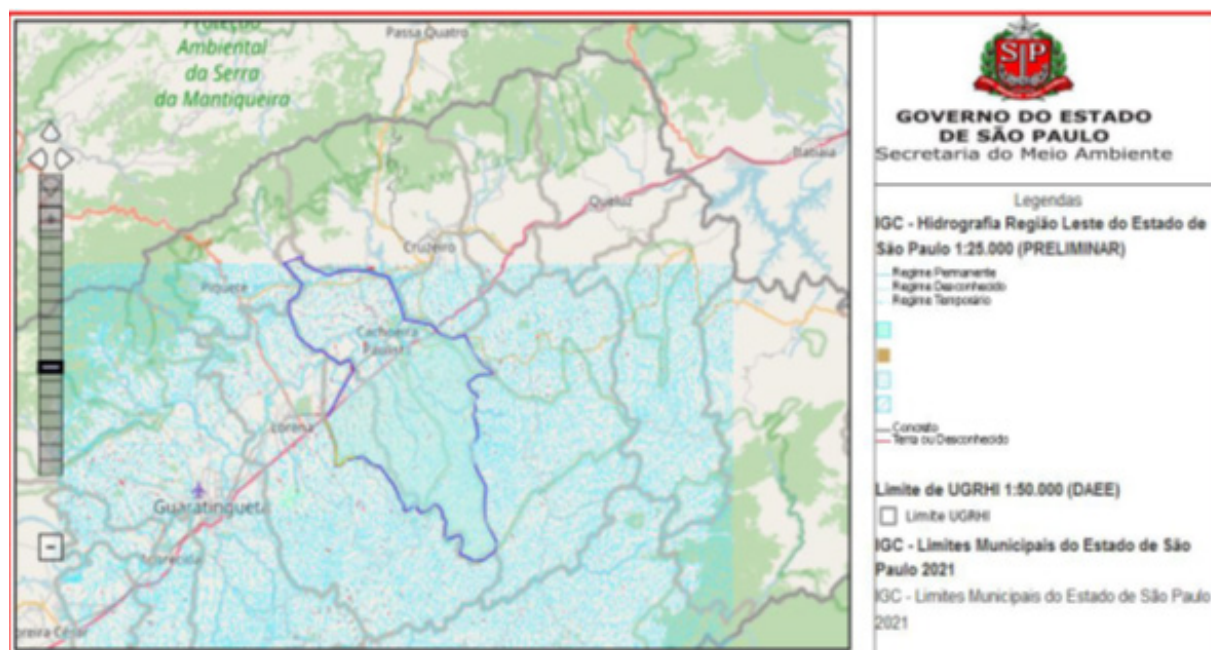
Palavras-Chave – Restauração ecológica, Muvuca, Matas Ciliares

INTRODUÇÃO

Cachoeira Paulista é um município da Região Metropolitana do Vale do Paraíba, no interior do estado de São Paulo, na microrregião de Guaratinguetá. Localiza-se a uma latitude 22°39'54" sul e a uma longitude 45°00'34" oeste, estando a uma altitude de 521 metros, enquanto sua população estimada em 2022 de 31.564 habitantes. Possui uma área de 287,990 km², contabilizando uma densidade demográfica de 104,49 hab/km² (IBGE,2022)

O município possui uma rica oferta de recursos hídricos, com importantes afluentes do Rio Paraíba do Sul (Figura 1). A área sujeita à proposta de restauração é de extrema relevância não apenas para o município, mas também para a Bacia do Paraíba do Sul, identifica como bacia prioritária de abastecimento público pelo plano de bacia. Ela contribui para a preservação da biodiversidade, a recarga hídrica e segurança hídrica da região (UGRHI 02 - PARAÍBA DO SUL- 2020-2023).

Figura 1: Localização da Bacia do Rio Bocaina, destaque em azul o perímetro do município de Cachoeira Paulista e seus cursos d'água.



Fonte: Autoria própria- DATAGEO

As ações propostas incluem práticas agrícolas sustentáveis, conservação do solo e recarga hídrica dos aquíferos, fortalecendo a bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul.

Aliado as condições Hídricas que são muito relevantes, temos nesta região uma bacia leiteira importante, com muitos pequenos e médios produtores rurais onde a maioria dos recursos hídricos estão presentes. Com isso se faz necessário este trabalho de inclusão do Produtor rural, melhorando sua qualidade de vida e de renda.

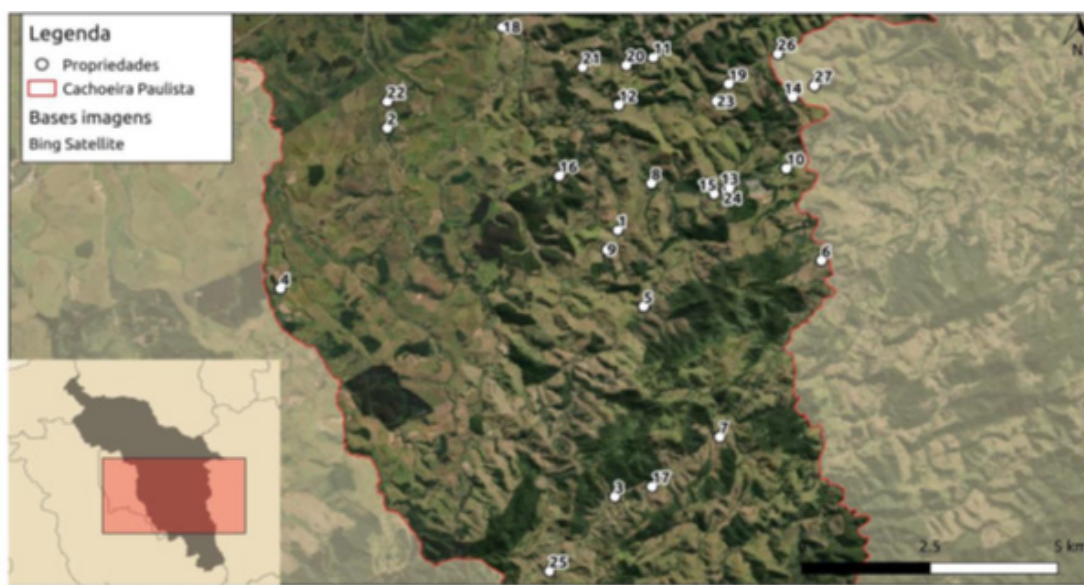
O Programa Produtor Sustentável trabalha a preservação ambiental com as adequações ambientais e recuperação das áreas de Preservação Permanente-APP e saneamento rural como também a produção sustentável, trazendo uma qualidade de vida ao produtor rural.

MATERIAIS E MÉTODOS

Caracterização do local

A população do município de Cachoeira Paulista é de aproximadamente 35 mil habitantes. O local escolhido é microbacia do Rio Bocaina, envolvendo 10 propriedades rurais (Figura 2) será desenvolvido em cinco etapas: Estruturação, Sensibilização, Recuperação Florestal, Manutenção/ Monitoramento e Educação Ambiental,

Figura 2 - Localização das propriedades rurais selecionadas no projeto.



Fonte: Elaboração própria.

Metodologia

O passo inicial para a recuperação florestal consistirá no isolamento da área através de cercamento onde atualmente há a possibilidade de invasão de animais como cavalos, bovinos e outros. Nesta 1ª etapa serão trabalhados 10 Produtores rurais da Bacia do Rio Bocaina. O isolamento será feito em 20.404 metros lineares, através de cerca formada por 4 (quatro) fios de arame, sendo 3 fios de arame farpado e um de arame liso, para facilitar passagem da fauna silvestre, grampos e mourões de madeira exótica, adquiridos legalmente, no espaçamento de 3 (três) metros de vão.

A mistura de sementes agrícolas e florestais que compõe a muvuca segue a lógica da sucessão florestal. Mistura de sementes nativas e de adubação verde com areia que forma um insumo homogêneo propício para a formação da estrutura da floresta, a muvuca consegue colocar o dobro ou até dez vezes mais árvores por hectare e com metade do custo do que seria um plantio com mudas convencional (Figuras 3 e 4).

Figuras 4 e 5- Preparação de sementes- muvuca



Fonte: Elaboração própria

Em uma área de 50,51 hectares, as intervenções principais incluirão cercamento, controle de formigas e erradicação de espécies exóticas invasoras. Em situações específicas, haverá um enriquecimento por meio de semeadura direta, com aproximadamente 10 kg/hectare de uma mistura de espécies nativas e de adubação verde, incluindo árvores para diversidade e leguminosas como crotalária e feijão guandu. Além da lista de espécies indicadas para restauração ecológica para diversas regiões do Estado de São Paulo (BARBOSA,2017). Todo o processo será meticulosamente monitorado, seguindo as diretrizes estabelecidas pela resolução SMA nº 32, de 03 de abril de 2014, assim, são especificados:

- Semeadura com mudas frutíferas – 22,5 hectares;
- Condução de Regeneração ativa e passiva – 28,51 hectares;
- Semeadura Direta (Muvuca) intercalado com frutas de espécies nativas;
- Plantio de mudas Frutíferas: 200 mudas / hectare as mudas de frutíferas deverão ser entregues no tamanho de 30 a 50 cm de altura em perfeito estado de área vegetal como área de raiz.

Dentro deste Programa Produtor Sustentável, vamos avaliar:

- as melhorias na qualidade e quantidade da água através de monitoramentos em campo;
- As questões de Saneamento rural através de análise da água para observar se os dejetos não estão sendo lançados no corpo hídrico;
- E através do ATEG-Senar -Faesp (Federação de Agricultura do estado de São Paulo), que é assistência técnica e gerencial será feito a gestão da propriedade na parte financeira e zootécnica através de planilhas de campo para melhoria de renda do produtor de leite, diminuindo seu custo e aumentando sua produtividade.

Propriedades selecionadas para os projetos

Área 1: 6,65 Hectares de Restauração, sendo 3 hectares com semeadura direta de nativas e adubação verde e mudas de frutas nativas (Uvaia, Pitanga etc.) e 3,65 hectares de condução de regeneração, com 1473m/ l de cercamento (Figura 6).

Figura 6: Área 1



Fonte: Elaboração própria

Área 2: 4,0 hectares de condução de regenerantes ativa e passivo e 2,8 hectares de semeadura direta de nativas e adubação verde intercalado com frutíferas nativas (Uvaia, Pitanga etc.) e 3327 m/l de cercamento (Figura 7).

Figura 7: Área 2



Fonte: Elaboração própria

Área 3: 2,0 hectares de condução de regeneração ativa e passiva e 1,19 hectares de semeadura direta intercalados com mudas frutíferas nativas (Uvaia, Pitanga etc.). Sendo 1195 m/ l de cercamento (Figura 8).

Figura8: Área 3



Fonte: Elaboração própria

No primeiro ano as leguminosas vão favorecer o desenvolvimento das sementes de espécies nativas arbóreas, com fixação de nitrogênio e sombra. Após os 12 meses algumas leguminosas vão desaparecer e tornando as mudas nativas que já germinaram com grande potencial de desenvolvimento.

Geralmente feitos num espaçamento 2 x2: onde colocados em média 20 a 30 gramas de mix de sementes de nativas e leguminosas (adubação verde) misturados com areia e serragem por berço (Figura 9).

Figura 9: Modelo de berços que serão feitos no plantio.



Fonte: Elaboração própria

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O projeto encontra-se em fase de implantação até 2027, a áreas com declividade acentuada o monitoramento das áreas plantadas será feito com o monitoramento por drones e com monitoramento em loco.

Este processo é crucial para o futuro da microbacia Hidrográfica do Rio Bocaina e, conseqüentemente, para a bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, devido à extensão das áreas degradadas pelo cultivo do café na região do Vale do Paraíba. Ele demonstra uma evolução metodológica e busca contínua por melhorias, contribuindo para a segurança hídrica e enfrentando as mudanças climáticas, que têm um grande impacto nos recursos hídricos da bacia do Rio Paraíba do Sul.

O Programa Produtor Sustentável, engloba 150 produtores rurais associados estabelecido pelo Sindicato Rural de Cruzeiro em colaboração com outros parceiros e proprietários rurais, Cooperativa de Laticínios de Cachoeira Paulista (COLACAP), abraça as diretrizes da agenda 2023 da ONU, através dos ODS 2, 6, 8, 12, 13 e 15. Ele promove a gestão participativa e a integração no desenvolvimento sustentável, melhores práticas do uso do solo, bem-estar do rebanho leiteiro, fomentando ações futuras para o turismo rural, visando gerar emprego e renda e manter a população rural.

O programa tem como objetivo conservar e restaurar todas as Áreas de Preservação Permanente (APPs) e as Áreas de Recarga Hídrica degradadas dentro da microbacia Hidrográfica do Rio Bocaina, como também melhorar a renda e qualidade de vida do produtor rural. Isso fortalece a política de gestão dos recursos hídricos, envolvendo atores sociais como o Sindicato Rural, a Cooperativa de Laticínios de Cachoeira Paulista, a TNC (The Nature Conservancy), o SENAR-FAESP e o CATI.

CONCLUSÕES

Em síntese, o projeto na microbacia hidrográfica do Rio Bocaina, apoiado pelo Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FEHIDRO) e parceiros, promove ações alinhadas aos ODS-Objetivos do Desenvolvimento Sustentável. Essas iniciativas visam restaurar e recuperar áreas de matas ciliares, proteger nascentes e preservar a biodiversidade. Nesta primeira etapa serão trabalhados 10 Produtores rurais da Bacia do Rio Bocaina, com o objetivo de estabelecer um corredor ecológico entre a Serra da Bocaina e a Serra da Mantiqueira por isso a importância do instrumento da cobrança pelo uso dos recursos hídricos.

Como destacado por Parron *et al.* (2015), o bem-estar humano e o sistema econômico dependem profundamente do capital natural e dos serviços ecossistêmicos fornecidos pela água, ar, solo, fauna e flora.

A consolidação das bacias hidrográficas como unidades territoriais para implementação da Política

Nacional de Recursos Hídricos (BRASIL,1997), em colaboração com atores sociais nos colegiados municipais, estaduais e federais, é fundamental para garantir um ecossistema equilibrado, com toda sua biodiversidade e agentes polinizadores, aumentando a cobertura vegetal e melhorando os corredores ecológicos.

O eficiente gerenciamento dos recursos públicos promove a consolidação da política das águas, com uma gestão integrada e participativa dos atores sociais, contribuindo para uma bacia hidrográfica sustentável e com uma boa cobertura vegetal. Como aponta SANTOS, (2020, p.58) temos um longo caminho a percorrer, um caminho pedagógico, no sentido de empoderar a comunidade local para a participação qualificada na gestão dos recursos hídricos. Isso favorece o escoamento das águas, a recarga dos aquíferos e a segurança hídrica, garantindo os usos múltiplos da água em toda a bacia hidrográfica do Paraíba do Sul.

Referências Bibliográficas

AGEVAP- Agência da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. Relatório de análise crítica do instrumento de cobrança pelo uso de recursos hídricos de domínio da União da bacia. Executada por: RHA Recursos Hídricos e Ambientais. Curitiba, PR.2019. Disponível em : <<http://www.agevap.org.br/>>. Acesso em 10.fev.2024

ANA-Agência Nacional de Águas. ODS 6 no Brasil: visão sobre os indicadores/Agência Nacional de Águas. -Brasília:ANA,2019.94p.:il. Disponível em <<http://www.ana.gov.br/>>.Acesso em 9.jun.2023

BRASIL,1997, Lei nº 9433, de 8 de janeiro de 1997.Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil/03/LEIS/L9433.htm>.Acesso em 27 fev.2024

BARBOSA, L. M. (coord.) Lista de espécies indicadas para restauração ecológica para diversas regiões do Estado de São Paulo. Secretaria do Meio Ambiente. 2017.

CBH-PS. Comitê das Bacias Hidrográficas do Rio Paraíba do Sul: Revisão e Atualização do Plano de Bacia Hidrográfica da UGRHI 02-2020-2023.Disponível em: <<http://www.sigrh.sp.gov.br/>>Acesso em 20 mar.2024

EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-Embrapa Florestas. Serviços ambientais em sistemas agrícolas e florestais do Bioma Mata Atlântica [recurso eletrônico] Lucilia Maria Parron ... [et al.], editores técnicos. – Brasília, DF: Embrapa, 2015.

IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística: Cachoeira Paulista SP: Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/cachoeira-paulista/panorama/>>Acesso em 20 mar.2024

SÃO PAULO. Manual Operativo Procedimentos Operacionais para a implantação do Plano de Recuperação de Matas Ciliares: Disponível em: <<http://www.sigrh.sp.gov.br/>>Acesso em 20 ago.2023

SANTOS, E.A. Importância da cobrança da água como instrumento pedagógico: um estudo de caso na bacia do rio Paraíba do Sul. 2020, 75f. Dissertação (Mestrado em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2020.

PSA-PAGAMENTO SOBRE SERVIÇOS AMBIENTAIS FLORESTAL DE 25 HECTARES NAS ÁREAS DEGRADADAS NA FAZENDA BATEDOR-CRUZEIRO-SP

Fabiano Haddad Collard¹; Elias Adriano dos Santos²; Pedro H. Fili³; João Paulo Canevari⁴

¹Engenheiro agrônomo, Collard Ambiental. fabianocollard@yahoo.com.br

²MSc. Gestão e Regulação de Recursos Hídricos. eliasadrianodossantosadriano@gmail.com

³Engenheiro ambiental, P.H.F, ambiental. pedro.hfili@gmail.com

⁴Técnico Agrícola.

RESUMO

O trabalho está sendo realizado no município Cruzeiro, com recursos do Fundo Estadual de Recursos Hídricos de São Paulo (FEHIDRO), na microbacia do Rio Batedor. A região é responsável por 70% do abastecimento público de água do município, além de ser um dos contribuintes do Rio Paraíba do Sul. O projeto tem o objetivo de recuperar 273 hectares na fazenda do Batedor. Para isto, foi realizado o plantio de 25 hectares, em áreas de APP de topo de morro e nas matas ciliares com mudas de espécies arbóreas nativas da Mata Atlântica, em áreas antropizadas utilizada para a monocultura de mandioca e banana, que após a supressão dessas espécies ocasionando a exposição do solo, e o carreamento de sedimentos para o leito do Rio Batedor. A metodologia utilizada visa promover o adensamento e o enriquecimento na diversidade de espécies em sistemas agroflorestais, além dos 25 hectares com semeadura direta, utilizando a técnica de muvuca de sementes. O projeto encontra-se em fase de implantação e monitoramento, para manter a sanidade das mudas devido ao ataque de formigas, e de espécies competidoras oriundas de vários outros fragmentos dispersores trazidas pelos ventos.

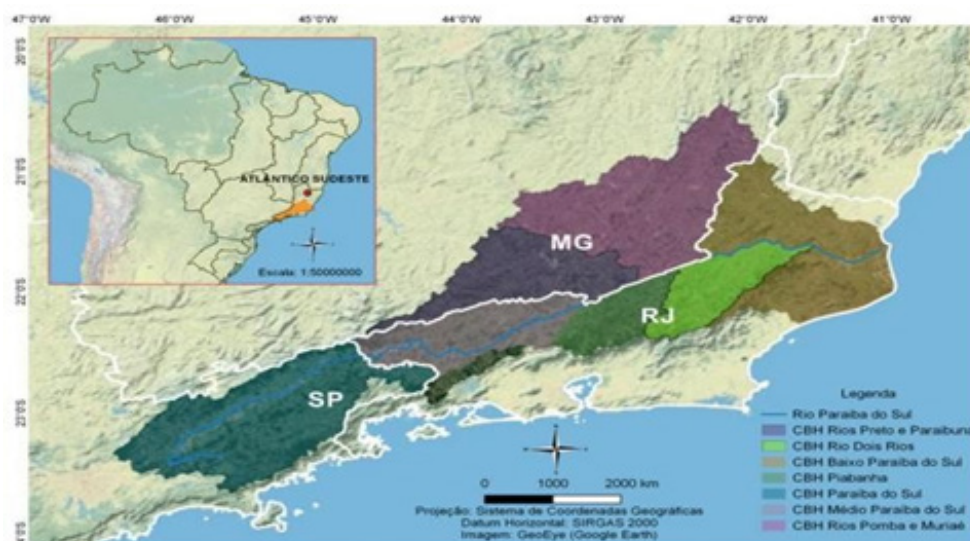
Palavras-Chave – Restauração ecológica, Muvuca, Matas Ciliares

INTRODUÇÃO

A Fazenda Batedor é uma propriedade da Prefeitura Municipal de Cruzeiro, com uma área de 1.300 ha. A maior parte dessa propriedade se encontra dentro de algumas Unidades de Conservação (UCs): a Área de Proteção de Mananciais da Bacia do Rio Paraíba do Sul (APAMPS), a Área de Proteção Ambiental da Serra da Mantiqueira (APASM), o Monumento Natural Municipal (MONA) Pico do Itaguaraé e o MONA Mantiqueira Paulista.

O Rio do Batedor, localizado na margem esquerda do Rio Paraíba do Sul, é um contribuinte crucial da bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (Figura 1). Sendo assim, o objetivo do projeto é manter toda sua biodiversidade, serviços ecossistêmicos, e principalmente os recursos hídricos, já que o Rio Batedor contribui com 70% do abastecimento público municipal de Cruzeiro, além de ser um importante afluente na Bacia do Rio Paraíba do Sul.

Figura 1- Divisão da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul em Sub-bacias e afluentes



Fonte: CEIVAP, AGEVAP, 2021

O Rio do Batedor, com seu considerável número de nascentes, apresenta um número considerável de trechos com mata ciliar preservada. A região se localiza ao norte do município de Cruzeiro, fazendo divisa com o estado de Minas Gerais (Figura 2). Durante muitos anos, a área foi ocupada, e apresenta uma vasta plantação de banana e mandioca, que foi possível de ser inserida no projeto inicialmente. Nesta área houve complicações com degradação ambiental, com necessidade de recuperação dessas áreas degradadas, para evitar o carreamento de sedimentos para o leito do rio.

Este trabalho de restauração florestal em áreas degradadas se desenvolve com recurso do Fundo de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo (FEHIDRO). O projeto foi aprovado pela CT-REF-Câmara Técnica de Restauração Floresta, e CT-PL-Câmara Técnica de Planejamento, e pela plenária do Comitê de Bacias Hidrográficas- Paraíba do Sul CBH-PS, sendo o tomador de recurso o Sindicato Rural de Cruzeiro e Lavrinhas, tendo como parceiros: a Prefeitura Municipal de Cruzeiro, a World Wide Fund for Nature (WWF) Brasil, a Associação Jaguamimbaba para o Desenvolvimento Sustentável (AJADES) e a The Nature Conservancy (TNC).

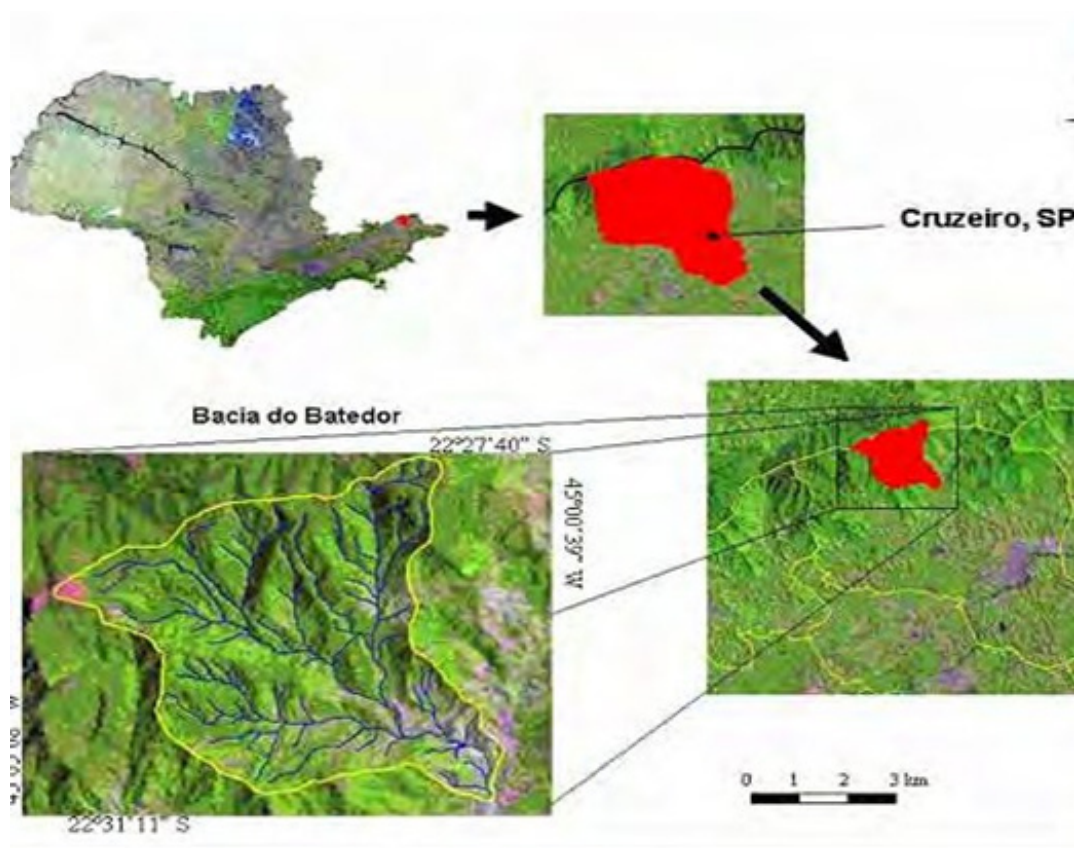
O projeto encontra-se em sua segunda fase, que engloba a restauração de 25 ha, em que será utilizada a semeadura direta, por meio da técnica de muvuca de sementes, além do uso de um coquetel de sementes de árvores nativas com distintos ciclos de sucessão ecológica. A meta geral é atingir os 273 ha já mapeados de restauração florestal.

MATERIAIS E MÉTODOS

Caracterização do local

O local escolhido para a realização do trabalho foram topo de morro e trechos de mata ciliar do Rio do Batedor, localizados dentro da Fazenda Batedor como mostram as (Figuras 2 e 3).

Figura 2- Localização da Bacia do Rio Batedor sobre imagem do CBERS 2



Fonte: Curvello *et al* (2008)

Figura 3- Polígonos das áreas de Restauração sendo a área 100% semeadura direta (muvuca)



Fonte: Arquivo próprio

Metodologia

O plantio nessa área de 25 hectares será realizado através da semeadura direta por muvuca. Primeiramente serão feitas aplicação de herbicidas para erradicação das gramíneas exóticas invasoras. Serão feitos um mix de sementes de espécies arbóreas da Mata Atlântica com sucessões ecológicas (pioneiras, secundárias iniciais, secundárias tardias e climax) e adubação verde com leguminosas como crotalária, feijão guandu, entre outros. Todo processo será monitorado conforme a resolução SMA nº32, DE 03 DE ABRIL DE 2014 -Secretaria de meio Ambiente do Estado de São Paulo.

Será construído um viveiro florestal com tamanho de aproximadamente 200 m² para produção de 30.000 mudas de espécies nativas para também atender o plantio nas áreas degradadas da fazenda do batedor nesta 2ª etapa do projeto e servindo para plantio em outras etapas.

Com isso teremos 30 kg de sementes de espécies arbóreas nativas e mais 30kg de espécies de leguminosas nativas e exóticas anuais para compor o mix por hectare. Assim, é necessária a quantidade de 750 kg de sementes de espécies nativas arbóreas e arbustivas e 750kg de sementes de adubação verde para plantio de 25 hectares (Figuras 4 e 5).

Figuras 4 e 5- Preparação de sementes- mistura das sementes de espécies arbóreas nativas.



Fonte: Arquivo próprio

Plantio com sementes – Muvuca

O termo “muvuca” remete à confusão, mas por trás da técnica de misturar sementes de várias espécies há muito cálculo e pesquisa.

Como podemos citar pesquisas feitas pelo -ISA -Instituto Socioambiental na região do Xingu - Mato Grosso e na região do Vale do Paraíba -São Paulo, como também pesquisas com universidades como a ESALQ – em vários Municípios do Estado de SP, mostra que a técnica funciona e traz excelentes resultados com menor custo.

A mistura de sementes agrícolas e florestais que compõe a muvuca segue a lógica da sucessão florestal. Misturando as sementes nativas e de adubação verde com areia, forma-se um insumo homogêneo propício para a formação da estrutura da floresta. Assim, a técnica consegue colocar o dobro ou até dez vezes mais árvores por hectare e com metade do custo do que seria um plantio com mudas convencional.

Para plantar e ter sucesso na restauração da área a longo prazo é preciso integrar espécies de ciclo

curto, médio e longo com introdução de adubação verde.

No primeiro ano as leguminosas vão favorecer o desenvolvimento das sementes de espécies nativas arbóreas, com fixação de nitrogênio e sombra. Após os 12 meses, algumas leguminosas vão desaparecer e tornando as mudas nativas que já germinaram com grande potencial de desenvolvimento.

Geralmente são feitos os repiques que são marcações iniciais do plantio. Após os repiques feitos num espaçamento 2m x 2m, vem as aberturas das covetas com motocoveador ou enxada, não ultrapassando 10 cm de profundidade, onde colocados em média 10 a 20 gramas de mix de sementes de nativas e leguminosas. As coroas são atividades de limpeza, eliminando gramíneas invasoras ao redor das sementeiras. As bolinhas verde-claras representam o mix de sementes de espécies nativas e as bolinhas verde escuro representa as sementes de adubação verde (Figura 6).

Fotos das áreas já realizadas a implantação (Figura 7,8,9 e 10)

Figura 6: Covetas que serão feitas no plantio- espaçamento 2m x 2m.



Fonte: Autoria própria

Figura7: Semeadura sendo realizada.



Figura 8: Germinação das sementes



Figura 9: Intervenção com repique/coveta e coroa



Figura 10: Área em processo de restauração



Figura 11: Área total da restauração florestal – foto por drone



RESULTADOS E DISCUSSÃO

O projeto encontra-se em fase de implantação até 2027. Devido a declividade de algumas áreas, será feito com o monitoramento por drones e *in loco*.

Processo esse muito importante para o futuro da microbacia do Batedor, e consequentemente para a Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, mostrando a evolução metodológica e a melhoria contínua. Com isso, espera-se contribuir com a segurança hídrica e mitigar os impactos das mudanças climáticas na região.

O Programa Protetor da Mantiqueira, criado pelo Sindicato Rural de Cruzeiro e Lavrinhas em colaboração com outros parceiros e proprietários rurais, desempenha um papel fundamental na proteção e conservação de uma das maiores cadeias de montanhas do sudeste brasileiro. Além disso, o programa busca promover a gestão participativa e o desenvolvimento sustentável do turismo rural, visando gerar emprego e renda para manter as comunidades rurais. Essa abordagem abrangente visa não apenas proteger o meio ambiente, mas também promover a sustentabilidade econômica e social das comunidades locais.

Dentre os resultados preliminares apresentados até agora, das mais de 50 espécies arbóreas nativas do Bioma Mata Atlântica que introduzimos e das espécies de adubação verde, tivemos algumas espécies que com menos de 15 dias já começaram a germinar como : Jatobá - *Hymenaea courbaril* L, Canafistula - *Peltophorum dubium* , Guapuruvu- *Schizolobium parahyba*, Fedegosa - *Senna alata* , entre outras e espécies de adubação verde (Feijão guandu, Feijão de porco, Crotalaria e Nabo forrageiro) que germinaram 100% nas covetas feitas . As espécies nativas demoram de 10 dias até 2 anos para germinar no solo, dependendo muito da viabilidade das sementes, das condições físicas do solo e do período chuvoso, com isso vamos monitorar as taxas de germinação e quais as espécies que germinaram bem.

As espécies escolhidas foram de adensamento e enriquecimento com preferência para produção de frutos com atrativos para fauna local.

Importante salientar que as sementes foram colhidas através de coletores de semente legalizados em parceria com a *Instituição Caminhos da Semente* final do ano passado e vieram da região do Vale do Ribeira e do Vale do Paraíba no Estado de São Paulo.

CONCLUSÕES

O projeto na bacia hidrográfica do rio Batedor é uma demonstração tangível do compromisso com Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), estabelecidos pela Organização das Nações Unidas (ONU) na Agenda 2030, especialmente os ODS 6, 13, 14 e 15, que abordam questões ambientais cruciais, como água limpa e saneamento, ação climática, vida na água e vida terrestre. É possível observar que, através de ações conjuntas de restauração, incluindo a recuperação de áreas de matas ciliares e a proteção de nascentes, o projeto não apenas promove a conservação da biodiversidade de flora e fauna, mas também contribui para a gestão integrada e participativa dos recursos hídricos.

Assim, vê-se que, à medida que a bacia hidrográfica se transforma em um exemplo de gestão participativa e equilíbrio ecossistêmico, fortalecendo corredores ecológicos e biodiversidade aquática, promove-se não só a sustentabilidade local, mas também o bem-estar de toda a bacia hidrográfica do Paraíba do Sul. O sucesso deste projeto assegura não apenas uma bacia hidrográfica duradoura e vegetação exuberante, mas também desempenha um papel crucial na recarga dos aquíferos, fundamentais para o abastecimento de água e a saúde ambiental da região.

Referências Bibliográficas

AGEVAP- Agência da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. Relatório de análise crítica do instrumento de cobrança pelo uso de recursos hídricos de domínio da União da bacia. Executada por: RHA Recursos Hídricos e Ambientais. Curitiba, PR.2019. Disponível em :<<http://www.agevap.org.br/>>. Acesso em 10.fev.2024

AGEVAP- Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. Contratação de empresa especializada para elaboração da etapa técnico-propositiva para a construção do enquadramento das águas superficiais da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. Disponível em :<<http://www.>

agevap.org.br/>. Acesso em 10.fev.2024

ANA-Agência Nacional de Águas. ODS 6 no Brasil: visão sobre os indicadores/Agência Nacional de Águas. - Brasília:ANA,2019.94p.:il. Disponível em <[http:// www.ana.gov.br/](http://www.ana.gov.br/)>.Acesso em 9.jun.2023

BARBOSA, L. M. (coord.) Lista de espécies indicadas para restauração ecológica para diversas regiões do Estado de São Paulo. Secretaria do Meio Ambiente. 2017.

Curvello, Rubens & Batista, Getulio & Targa, Marcelo. (2008). Estudo dos impactos da ocupação humana na microbacia do rio Batedor na Serra da Mantiqueira no município de Cruzeiro, SP, Brasil. Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science. 3. 10.4136/ambiagua.45.

SÃO PAULO. Deliberação CBH-PS nº 005/2023, de 29/05/2023“Indica empreendimento do 1º Edital a serem financiados com recursos do FEHIDRO no exercício de 2023.Fonte Cobrança, Projeto PSA Florestal de 25 hectares nas áreas degradadas na fazenda Batedor-Cruzeiro SP, recursos do Fundo Estadual de Recursos Hídricos. Disponível em: <<http://www.sigrh.sp.gov.br/>>Acesso em 27 fev.2024

SÃO PAULO. Manual Operativo Procedimentos Operacionais para a implantação do Plano de Recuperação de Matas Ciliares: Disponível em: <<http://www.sigrh.sp.gov.br/>>Acesso em 20 ago.2023

SANTOS, E.A. Importância da cobrança da água como instrumento pedagógico: um estudo de caso na bacia do rio Paraíba do Sul. 2020, 75f. Dissertação (Mestrado em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2020.

QUALIDADE DA ÁGUA TRATADA: ANÁLISE NOS MUNICÍPIOS DE RESENDE, PORTO REAL, BARRA MANSA, VOLTA REDONDA E PINHEIRAL

Jardel Souza de Azevedo

Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) - Centro de Tecnologia e Ciências Programa de Pós-Graduação em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, e-mail: jardel.s.azevedo@gmail.com

RESUMO

O presente artigo, é um extrato de estudo científico mais abrangente de Azevedo (2021), no qual se avaliou a qualidade da água fornecida pelas concessionárias nos municípios de Resende, Porto Real, Barra Mansa, Volta Redonda e Pinheiral, na região Sul Fluminense do Rio de Janeiro, onde o Comitê de Bacia Médio Paraíba do Sul (CBH-MPS) atua. As concessionárias realizam captação de água bruta no rio Paraíba do Sul para tratamento. Os dados foram coletados em campo e por análises laboratoriais, incluindo resultados das contas de água e do Sistema de Informação em Saúde da Água (SISAGUA). Todos os parâmetros foram analisados conforme as regulamentações, embora alguns não tenham sido informados pelas concessionárias. O estudo focou no tratamento e distribuição da água para consumo humano, constatando que todas as concessionárias utilizam tratamento convencional. Comparando os resultados, todas as concessionárias enfrentaram problemas com os parâmetros Fluoreto e Cor. A qualidade da água foi classificada regionalmente com base nos Índices de Qualidade de Água Canadian Council of Ministers of the Environment (IQA-CCME). Os padrões ideais foram estabelecidos pela Portaria de Consolidação (PCR) n.º 5/2017 do Ministério da Saúde e pelo Instituto Trata Brasil. O estudo foi conduzido de dezembro de 2018 a dezembro de 2019, com amostras mensais em três pontos de coleta em cada município. Foram analisados 13 parâmetros para água bruta e 23 para água tratada, incluindo bactérias. Devido a limitações de recursos, não foram analisados metais pesados, chumbo, magnésio e pesticidas. Os resultados indicaram que Volta Redonda apresentou a melhor qualidade de água, seguida por Resende e Barra Mansa, enquanto Pinheiral teve qualidade mediana e Porto Real foi classificado como ruim. Os cálculos dos IQA`s seguiram critérios estabelecidos pelo IQA-CCME, fornecendo uma classificação regional dos municípios estudados.

Palavras-chave: Quantidade de Água; Análises; Monitoração, Princípios, Noções.

INTRODUÇÃO

A água é crucial para sustentar a vida e é utilizada em diversas áreas, incluindo consumo humano, higiene e produção de alimentos, com sua qualidade e quantidade diretamente ligadas à saúde humana, por isso deve ser constantemente monitorada. O monitoramento contínuo dos recursos hídricos, conforme estabelecido por regulamentações como a Resolução CONAMA n.º 357/2005, é essencial para detectar alterações em suas características. A conformidade com os padrões de potabilidade, definidos na PCR n.º 5/2017, é fundamental para garantir que a água seja segura para o consumo humano, enquanto o envolvimento dos comitês de Bacia Hidrográfica, como o do Médio Paraíba do Sul, facilita discussões sobre a qualidade da água distribuída na região, destacando a necessidade de estudos comparativos entre as concessionárias.

A motivação para iniciar o estudo surgiu da necessidade de investigar a qualidade da água distribuída na região Sul Fluminense, com foco nos municípios que captam água bruta diretamente do rio Paraíba do Sul. Inicialmente, foi feito um levantamento de informações e uma revisão bibliográfica para delimitar a área de estudo. Após considerar realizar as coletas e análises laboratoriais por meio de um

laboratório particular, o Serviço Autônomo de Água e Esgoto, autarquia do município de Volta Redonda (SAAE-VR) ofereceu apoio, cedendo seu laboratório, equipamentos e pessoal técnico para conduzir as análises. A oportunidade de participar das coletas e análises laboratoriais permitiu a utilização de métodos científicos para propor um estudo abrangente sobre a qualidade da água tratada na região e desenvolver uma classificação regional da água distribuída. A pesquisa iniciou-se em dezembro de 2018 e foi concluída em dezembro de 2019. Durante esse período, foi criado um banco de dados para armazenar as informações coletadas nas análises mensais realizadas. Após a conclusão de todas as análises, os cálculos foram realizados conforme os critérios estabelecidos pelo Índice de Qualidade da Água do Conselho Canadense de Ministros do Meio Ambiente (IQA-CCME). Com base nos resultados obtidos, foi possível criar uma classificação regional dos municípios estudados, permitindo uma avaliação abrangente da qualidade da água em cada região.

METODOLOGIA

A metodologia do presente estudo foi dividida em duas subseções, sendo a primeira responsável por apresentar os parâmetros analisados, equipamentos utilizados, local das análises e métodos de análise. A segunda seção foi dedicada às fórmulas, cálculos e tabela de classificação das águas tratadas.

Parâmetros analisados, equipamentos utilizados, local de onde das análises foram realizadas e métodos aplicados

Quadro 1 – Parâmetros, equipamento, local e método.

Parâmetros	Equipamentos utilizados	Local de realização	Método
Temperatura	Termômetro	Campo	Manual de instruções de termômetros e referências de Imenjas.
Turbidez	Turbidímetro	Laboratório	Manual de instruções do turbidímetro 2100Q da Hach com faixa de medição de 0 a 1000 NTU.
pH	pHmetro	Campo	Manual do pHmetro Digimed DM-22 e do modelo Orion 3 Star.
Cloro Residual	Clorímetro	Campo	Manual de instruções do medidor de cloro DM-CL da Digimed.
Cor	colorímetro	Laboratório	Manual de instruções do medidor de cor DM-COR da Digimed.
Fluoreto	medidor de flúor	Laboratório	manual de instruções do medidor de flúor DM-FL da Digimed.
CO ₂ livre	-	Laboratório por titulação	Referências: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22 nd edition – 4500, ref. 4–30.

Parâmetros	Equipamentos utilizados	Local de realização	Método
Alcalinidade	-	Laboratório por titulação	Referências: Standard Methods for the Examination Water and Wastewater, 22 nd edition-4500, ref. 2-34.
Cloreto	-	Laboratório por titulação	Referência: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22 nd edition-4500, ref. 4-72.
Dureza	-	Laboratório por titulação	Referência: Manual prático de análise de águas, 2006 – FUNASA, pág. 91; Standard Methods Forthe Examination of Water and Wastewater, 22 nd edition-2340, ref 2-4.
Bactérias Total	-	Laboratório	Manual de Análise Bacteriológicas, CETESB; Standard Methods.
Bactérias Fecal	-	Laboratório	Manual de Análise Bacteriológicas, CETESB; Standard Methods.
Bactérias Heterotróficas	-	Laboratório	Manual de Análise Bacteriológicas, CETESB; Standard Methods.

Fonte: Azevedo, 2021.

Índice de qualidade de água Canadian Council of Ministers of the Environment (IQA–CCME)

O Índice de Qualidade da Água (IQA) do Conselho de Ministros do Meio Ambiente do Canadá (IQA-C-CME) foi desenvolvido para simplificar a avaliação da qualidade da água em todo o país. Originou-se de uma colaboração entre diferentes órgãos ambientais canadenses e combina elementos de dois índices anteriores, adaptando suas metodologias para considerar a conformidade com os padrões de qualidade da água. O IQA-CCME utiliza três medidas principais: alcance (F1), frequência (F2) e amplitude (F3), para avaliar o impacto, a frequência e o desvio em relação aos padrões estabelecidos, respectivamente. Essas medidas são pontuadas de zero a cem, oferecendo uma visão abrangente da

$$\text{Alcance (F1)} = \frac{\text{Número de análises não conforme}}{\text{Número de parâmetros monitorados}} \times 100 \quad (1)$$

$$\text{Frequência (F2)} = \frac{\text{Número de análises não conforme}}{\text{Número de análises realizadas}} \times 100 \quad (2)$$

$$\text{Amplitude (F3)} = \frac{\sum n\Delta}{0,01 \times \sum n\Delta + 0,01} \quad (3)$$

qualidade da água. As equações são expressas por:

Porém, a Amplitude (F3) é obtida pela discrepância entre o valor desejado e medido, e é calculada em três passos:

1º passo: cálculo das discrepâncias (Δ) – O valor representa quanto uma concentração individual é maior do que o valor padrão do seu parâmetro (ou menor que, quando o padrão é um mínimo), é denominada “Discrepância”.

$$Discrepância = \frac{\text{Valor da análise não conforme}}{\text{Valor Padrão}} - 1 \quad (4)$$

2º passo: para os casos em que o valor da análise não deve ser inferior ao padrão:

$$Discrepância = \frac{\text{Valor Padrão}}{\text{Valor da análise não conforme}} - 1 \quad (5)$$

3º passo: cálculo da soma normalizada das discrepâncias ($\sum n\Delta$) – A quantidade coletiva das análises individuais não conformes é calculada somando-se as discrepâncias das análises individuais com relação aos padrões estabelecidos e dividindo o resultado pelo número total de análises. Essa variável, chamada de soma normalizada das discrepâncias ($\sum n\Delta$).

$$\sum n\Delta = \frac{\sum_{i=1}^n Discrepancia}{N.^{\circ} \text{ total de análises}} \quad (6)$$

Após o cálculo dos três fatores (F_1 , F_2 e F_3), o IQA-CCME é determinado pela soma desses fatores como se fossem vetores. Em outras palavras, a soma dos quadrados de cada fator é igual ao quadrado do índice. Essa abordagem trata o índice como um espaço tridimensional definido por cada um dos fatores ao longo de um eixo. Com este modelo, as mudanças no índice ocorrerão em proporção direta com alterações em todos os três fatores (CCME, 2001).

$$IQA-CCME = 100 - \left(\frac{\sqrt{(F_1)^2 + (F_2)^2 + (F_3)^2}}{1,732} \right) \quad (7)$$

O fator de escala de 1,732, equivalente à raiz quadrada de 3, foi introduzido no IQA-CCME para ajustar o índice para uma escala de 0 a 100. Isso ocorreu porque os fatores individuais do IQA-CCME podem atingir até 100, o que poderia resultar em um comprimento máximo do vetor de 173,2. Os valores calculados são então divididos em cinco categorias descritivas, conforme demonstrado na tabela 1. Embora as categorias se refiram às “condições naturais” da água, elas são adaptáveis e podem ser utilizadas para avaliar a qualidade da água em relação a outras condições pré-estabelecidas, além dos naturais. Na tabela 1, pode-se visualizar o modelo de classificação da qualidade das águas (bruta e tratada) conforme IQA-CCME que serão usadas como referência no decorrer deste estudo.

Tabela 1: Categorização da qualidade da água pelo IQA-CCME.

Notas	0	19	20	36	37	44	45	51	52	64	65	79	80	94	95	100
IQA-CCME	Ruim						Marginal				Mediana		Bom		Excelente	

Fonte: Adaptado de CCME, 2001.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo analisou a qualidade da água bruta e tratada em cinco municípios, utilizando o Índice de Qualidade da Água (IQA) do Canadian Council of Ministers of the Environment (CCME). Foram realizadas análises considerando os padrões estabelecidos pela legislação. O cálculo do IQA considerou dados da pesquisa, faturas das concessionárias e Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (SISAGUA). Optou-se por usar apenas os dados da pesquisa e final de rede para evitar distorções. A classificação incluiu uma avaliação geral e uma específica para parâmetros bacteriológicos. A tabela 2 apresenta os dados agrupados, incluindo parâmetros e análises não conformes, total de parâmetros analisados e total de análises realizadas.

Tabela 2: Valores de cada município para cálculo do IQA–CCME.

Município de Resende			
Parâmetros não conforme	Análises não conforme	Total de parâmetros analisados	Análises realizadas
2	12	23	216
Município de Porto Real			
Parâmetros não conforme	Análises não conforme	Total de parâmetros analisados	Análises realizadas
9	44	23	216
Município de Barra Mansa			
Parâmetros não conforme	Análises não conforme	Total de parâmetros analisados	Análises realizadas
4	6	23	216
Município de Volta Redonda			
Parâmetros não conforme	Análises não conforme	Total de parâmetros analisados	Análises realizadas
3	4	23	216
Município de Pinheiral			
Parâmetros não conforme	Análises não conforme	Total de parâmetros analisados	Análises realizadas
5	20	23	216

Fonte: AZEVEDO, 2021.

Após realizar os cálculos conforme os critérios do IQA-CCME e considerando os resultados obtidos, foi possível estabelecer uma classificação regional dos municípios avaliados. O IQA-CCME oferece diversas vantagens, como adaptabilidade a diferentes requisitos legais e usos da água, além de simplificar a apresentação pública dos dados em geral (LUMB; HALLIWELL; SHARMA, 2006). No entanto, também apresenta desvantagens, como a falta de diretrizes para a escolha dos parâmetros e a atribuição do mesmo peso para todos os parâmetros (SANTOS, 2016).

Os resultados indicam que o município de Porto Real teve os piores resultados na qualidade da água tratada distribuída e final de rede, em comparação com os parâmetros estabelecidos pela PCR n.º 5/2017 e conforme a classificação regional deste estudo. Os demais municípios apresentaram resultados satisfatórios.

Em Resende, a água bruta foi classificada como excelente para tratamento, enquanto a água tratada recebeu uma classificação boa, colocando o município em segundo lugar na classificação regional entre os cinco municípios estudados.

No município de Porto Real, a água bruta foi classificada como boa, mas a água tratada obteve um desempenho ruim, segundo a classificação regional.

Barra Mansa obteve uma classificação boa para a água bruta e tratada, ficando em terceiro lugar na classificação regional.

Volta Redonda teve a melhor classificação para a água bruta, considerada excelente, e a água tratada foi classificada como boa, colocando o município em primeiro lugar na classificação regional.

Por fim, Pinheiral obteve uma classificação boa para a água bruta, mas a água tratada recebeu uma classificação mediana, deixando o município em quarto lugar na classificação regional.

Portanto, com os cálculos do IQA-CCME foi possível classificar as concessionárias da região de acordo com os valores obtidos do índice da água bruta, conforme apresentado na tabela 3. Além disso, também foi possível classificar a qualidade da água tratada (tabela 4), utilizando os mesmos parâmetros e critérios de avaliação estabelecidos pelo IQA-CCME.

Tabela 3 – Classificação regional considerando água bruta

	Município	Classificação	IQA-CCME
1º	Resende	EXCELENTE	100,0000
2º	Volta Redonda	EXCELENTE	100,0000
3º	Barra Mansa	BOM	94,1293
4º	Pinheiral	BOM	94,1341
5º	Porto Real	BOM	94,1345

Fonte: AZEVEDO, 2021.

Tabela 4 – Classificação regional considerando água tratada.

	Município	Classificação	IQA-CCME
1º	Volta Redonda	BOM	89,99
2º	Resende	BOM	86,64
3º	Barra Mansa	BOM	86,60
4º	Pinheiral	MARGINAL	48,04
5º	Porto Real	RUIM	37,71

Fonte: AZEVEDO, 2021.

CONCLUSÕES

O estudo revelou várias questões importantes relacionadas à qualidade da água e ao funcionamento das concessionárias de abastecimento. Seguem os principais pontos levantados.

1. **Sistema de Tratamento e Distribuição:** Todas as concessionárias utilizam o sistema convencional de tratamento de água, e o modo de operação é semelhante nelas todas. A

distribuição da água é feita principalmente por bombeamento direto para os consumidores ou para reservatórios que abastecem as residências por gravidade.

2. **Resultados do IQC-CCME:** Os resultados dos índices de qualidade da água (IQA-CC-ME) mostraram que, em geral, os municípios de Resende, Barra Mansa, Volta Redonda e Pinheiral mantiveram-se dentro dos parâmetros estabelecidos pela legislação. No entanto, Porto Real teve problemas significativos na qualidade da água tratada distribuída e final de rede.
3. **Análises dos Parâmetros:** Diversos parâmetros apresentaram não conformidade nos diferentes municípios, incluindo Fluoreto, Cor, Turbidez, Cloro Residual e pH. Isso indica a necessidade de melhorias nos processos de tratamento de água e monitoramento dos parâmetros.
4. **Problemas no Sistema de Informação (SISAGUA):** Foi identificada uma falha significativa no sistema de informações SISAGUA, com falta de dados relevantes sobre a qualidade da água. Isso destaca a importância de revisar e corrigir esse sistema para garantir a transparência e precisão das informações.
5. **Recomendações para Melhorias:** Foram sugeridas várias recomendações para melhorar a qualidade da água e o funcionamento das concessionárias, incluindo ajustes nos processos de tratamento, instalação de equipamentos de monitoramento, e investimentos em tecnologia e treinamento de pessoal.
6. **Importância da Continuidade do Estudo:** Foi ressaltada a importância de dar continuidade ao estudo, possivelmente mediante órgãos como o Comitê de Bacia Hidrográfica Médio Paraíba do Sul, o Instituto Estadual do Ambiente ou a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Além disso, sugeriu-se a divulgação dos resultados das análises nos respectivos websites das concessionárias para promover a transparência e estimular melhorias na qualidade da água.

Em resumo, o estudo identificou áreas de melhoria na qualidade da água e no funcionamento das concessionárias, destacando a importância de ações corretivas e monitoramento contínuo para garantir o fornecimento de água potável segura para a população.

Agradecimentos

Gostaria de expressar minha profunda gratidão e reconhecimento a várias pessoas que permitiram a realização deste trabalho. Primeiramente, agradeço a Deus por me conceder a dádiva da vida e a oportunidade de perseguir meus sonhos. À minha amada esposa, Michelle de Assis Lack, cujo amor, apoio e dedicação são inestimáveis e fundamentais em minha jornada. Ao meu filho, Guilherme Franco de Azevedo (estagiário), que esteve ao meu lado, ajudando em todas as etapas da pesquisa. Agradeço também ao Serviço Autônomo de Água e Esgoto, por disponibilizar seu espaço e recursos, bem como ao técnico que nos acompanhou e orientou durante o estudo. Não poderia deixar de mencionar minha orientadora e coorientadora, cuja confiança e apoio foram essenciais para o desenvolvimento deste trabalho. Por fim, agradeço a Ana Beatriz Fernandes, da secretaria do Profágua polo UERJ, por sua disponibilidade e prontidão em resolver quaisquer problemas que surgiram ao longo do caminho e ao amigo Marcus Vinícius que me ajudou e incentivou a escrever este artigo.

Referências Bibliográficas

ÁGUAS DAS AGULHAS NEGRAS. Grupo Águas do Brasil. Segunda via de conta. Disponível em <<https://www.grupoaguasdobrasil.com.br/>>. Acesso 08 jan. de 2019 às 16:30:32.

AZEVEDO, Jardel Souza de. Qualidade da água bruta e tratada nos municípios Resende, Porto Real,

Barra Mansa, Volta Redonda e Pinheiral, abastecidos pelo rio Paraíba do Sul. 2021. 361 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos) – Centro de Tecnologia e Ciências, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2021.

BRASIL. Decreto nº 5.440, de 4 de maio 2005. Estabelece definições e procedimentos sobre o controle de qualidade da qualidade da água de sistemas de abastecimento e institui mecanismo e instrumentos para divulgação de informação ao consumidor sobre a qualidade da água para consumo humano. Disponível em <<http://presrepublica.jusbrasil.com.br>>. Acesso em: 14 jun. 2019 às 15:36:32.

BRASIL. Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde, que modificou a Portaria MS nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011, Diário Oficial da União, Brasília, 10 out. 2017.

CCME. Canadian Council of Ministers of The Environment. Canadian water quality guidelines for the protection of aquatic life: CCME Water Quality Index 1.0, Technical Report. Canada, f. 13. 2001.

CEDAE. Companhia Estadual de Águas e Esgotos. Tratamento de água e esgoto. Disponível em <<https://www.cedae.com.br/>>. Acesso 08 jan. de 2019 às 18:42:53.

COMITÊ DE BACIAS. Comitê de Bacias Hidrográfica Médio Paraíba do Sul. Resoluções. Disponível em <<http://cbhmedioparaiba.org.br/resolucoes/cbh-mps/2018/75.pdf>>. Acesso 08 janeiro 2019 às 22:59:35.

CONAMA. Conselho Nacional Do Meio Ambiente. Resolução n.º 357 de dezembro 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. Data da legislação 17/03/2005 – Publicação DOU n.º 053, de 18/03/2005, págs. 58 – 63 Status: Alterada pelas Resoluções n.º 370, de 2006, n.º 397, de 2008, n.º 410, de 2009, e n.º 430, de 2011. Complementada pela Resolução n.º 393, de 2009. Disponível em <www.mma.gov.br/port/CONAMA/res/res05/res35705.pdf>. Acesso em: 23 dez. 2018 às 21:38:59.

LUMB, A., HALLIWELL, D. e SHARMA, T. (2006) Aplicação do Índice de Qualidade da Água CCME para monitorar a qualidade da água: um caso da bacia do rio Mackenzie, Canadá. *Monitoramento e Avaliação Ambiental*, 113, 411-429. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1007/s10661-005-9092-6>>. Acesso em: 30 jun. 2018 às 20:35:59.

MS. Ministério da Saúde. Sistema de informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano. Disponível em <<http://SISAGUA.saude.gov.br/SISAGUA/paginaExterna.jsf/>>. Acesso 27 jan. de 2021 às 13:27:22.

PREFEITURA DE PORTO REAL, Consulta online de débitos de água esgoto. Disponível em < <https://portoreal.rj.gov.br/servicos.php>>. Acesso 08 jan. de 2019 às 14:23:21.

SAAE-BM. Serviço Autônomo de Água e Esgoto do Município de Barra Mansa. Segunda via da conta. Disponível em <<http://saaebm.rj.gov.br>>. Acesso 08 jan. de 2019 às 10:30:38.

SAAE-VR. Serviço Autônomo de Água e Esgoto do município de Volta Redonda. Segunda via da conta. Disponível em <<http://www.saaevr.com.br>>. Acesso 08 jan. de 2019 às 12:39:38.

SANTOS, P. R. P. Metodologia para a tomada de decisão sobre a utilização de água subterrânea para

abastecimento público no entorno das áreas urbanas industrializadas. Tese (Doutorado em Ciências) Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, p.335. 2016.

TRATA BRASIL. Ranking do saneamento 2021. Disponível em <http://tratabrasil.org.br/images/estudos/Ranking_saneamento_2021/Relat%C3%B3rio_-_Ranking_Trata_Brasil_2021_v2.pdf>. Acesso em: 21 abr. 2021 às 09:12:13.

QUANTO MAIS, MELHOR: INVESTIMENTO EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO E PRESERVAÇÃO DA PAISAGEM FLORESTAL E RÚRAL

Leandro Travassos^{1,2}, Valdemiro de Almeida Pinto Filho³, Breno Herrera⁴, Eduardo Pinheiro Antunes⁵, Paula Fernanda Chaves Soares⁶, Mauro Pereira⁷.

1. Associação Ecocidade;
2. Parque Botânico/Ecomuseu Ilha Grande - Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), travassosleandro@gmail.com;
3. Instituto de Pesquisa e Educação Regenera, mirobiouerj@gmail.com;
- 4-Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), breno.herrera@gmail.com;
5. Instituto Estadual do Ambiente (INEA), antunes.inea@gmail.com;
6. Universidade de Nova Iguaçu (UNIG), pfernanda@gmail.com;
7. Defensores do Planeta, mauropereira@defensoresdoplaneta.org.br

RESUMO

Este relato de experiência, sintetiza as principais discussões e resultados de um projeto coordenado pelo Grupo de Trabalho de Infraestrutura Verde (GTIV) do Subcomitê Oeste da Baía de Guanabara. O objetivo das discussões foi trazer a importância dos serviços, em larga escala, para a preservação dos recursos hídricos, prestados pelas unidades de conservação. Buscamos, dessa forma, catalisar esforços para preservar “paisagens amigas” das águas, como a Reserva Biológica do Tinguá, Área de Proteção Ambiental do Alto Iguaçu, entre outras. Para tanto o GTIV alocou recursos para ampliar a realização de um estudo para a ampliação/criação de algumas áreas protegidas, objetivando minimizar o efeito da intensa expansão urbana e industrial, que compromete a quantidade e qualidade da água na bacia.

Palavras-chaves: Preservação dos recursos hídricos, Floresta Atlântica, urbanização, Reserva Biológica do Tinguá, Área de Proteção Ambiental do Alto Iguaçu, Refúgio de Vida Silvestre da Serra da Estrela.

INTRODUÇÃO

O crescimento da população humana e de suas atividades de produção de bens duráveis, alimento e acúmulo de capital, tem desencadeado mudanças no ambiente e alterações climáticas, com a supressão de habitats naturais e seus serviços ecossistêmicos. No Brasil, a gestão incipiente dos recursos hídricos tem levado a sua redução e contaminação (ANA, 2024). Eventos de alto índice pluviométrico e poluição têm aumento os efeitos letais sobre a vida humana, como também a perda da biodiversidade aquática (COELHO NETTO, 2005; ICMBio/MMA, 2018; ANA, 2024). O crescimento das cidades, como ecossistemas de alta entropia (desordem) e baixa sustentabilidade ambiental, é um indutor de degradação de sistemas ecológicos, de baixa entropia, que prestam serviços importantes para o bem-estar social, como tamponamento climático, produção de alimentos, produção de água e manutenção da biodiversidade (ODUM, 1988).

A região metropolitana do Rio de Janeiro, é caracterizada por alta densidade humana, extensa malha urbana e grandes complexos industriais e portuários, onde ambientes naturais e rurais encontram-se em rápida redução devido ao avanço da cidade e sua infraestrutura, principalmente na região oeste da Baía de Guanabara (IBGE). Apesar da Baixada Fluminense contar com cerca de 84 Unidades de conservação, a maioria não se encontra implantada, e suas zonas de entorno e amortecimento encontram-se sob um arco de adensamento urbano, que descaracteriza e compromete a preservação dos recursos hídricos e outros patrimônios naturais (RICHTER *et al.*, 2019).

O Comitê da Bacia Hidrográfica da Baía de Guanabara foi instituído pelo Decreto nº 38.260, de 16 de setembro de 2005, posteriormente alterado em 2015, com o intuito de discutir e propor ações que contribuam para a melhoria na gestão dos recursos hídricos no território. O mesmo é dividido em seis subcomitês que discutem e aplicam localmente recursos de usuários de recursos hídricos da Bacia, conforme legislação pertinente. A atuação dos Subcomitês é desenvolvida a partir da criação de câmaras Técnicas e grupos de trabalho, visando o estabelecimento de políticas públicas e disponibilização de recursos para projetos, de monitoramento, gestão, educação ambiental, controle da poluição, saneamento e Infraestrutura verde na Bacia.

O Grupo de Trabalho de Infraestrutura Verde do Subcomitê Oeste da Bacia hidrográfica da Baía da Guanabara (GTIV), um segmento da plenária do subcomitê, objetiva discutir de forma mais técnica e aprofundada, questões relativas às áreas verdes e soluções baseadas na natureza, e alocar recursos para a melhoria da qualidade e quantidade dos recursos hídricos. Posteriormente, este GTIV passou a categoria de macroprograma, recebendo aporte financeiro que priorizava a promover a recuperação da cobertura florestal, melhoria nas unidades de conservação e renaturalização de corpos hídricos, como instrumentos na gestão de recursos hídricos.

As unidades de conservação são territórios, que muitas vezes, se originam devido ao uso conflituoso do patrimônio natural (ou para evitá-lo), aliado à falta de regras locais para o uso dos recursos naturais e/ou a apropriação de um espaço ou bem natural por um indivíduo ou pequeno grupo social. É nesse cenário de acelerada expansão urbana, com a perda de paisagens naturais e rurais, ocupação de áreas de preservação permanente e crescente poluição e redução dos recursos hídricos, que descrevo aqui a experiência do Grupo de Trabalho de Infraestrutura Verde do Subcomitê Oeste da Baía de Guanabara, coordenado pelo primeiro autor deste trabalho entre os anos de 2020 e 2022. Destaco as preocupações e experiências vividas por diferentes atores do grupo em seus territórios, como iniciativas positivas e negativas, bem como a capacitação dos seus membros através de rodas de conversa. Todavia, enfatizo principalmente, a iniciativa de aumentar a proteção legal da paisagem, incentivando a participação Estatal no controle de ações de degradação e estímulo a iniciativas ambientalmente menos impactantes. Para tanto apresentamos uma proposta de criação e expansão da cobertura de áreas protegidas na Baixada Fluminense, com a proteção a remanescentes florestais, brejos, várzeas e áreas rurais, hoje “ameaçados de extinção”, pela expansão da malha urbana dos municípios da Baixada Fluminense, como Nova Iguaçu, Duque de Caxias e Belford Roxo. Esta iniciativa culminou com o projeto de *Contratação de serviços para a elaboração de estudo técnico para criação e implementação básica de unidade de conservação de proteção integral no trecho oeste da Baía de Guanabara.*”, o qual agora registro nesta síntese.

METODOLOGIA

O Trabalho no GTIV 2020-2022

O presente trabalho descreve a iniciativa da Grupo de Trabalho de Infraestrutura Verde do Subcomitê Oeste da Baía de Guanabara, sob a coordenação do primeiro autor deste trabalho, entre os anos de 2020 e 2022. Juntamente com o escritório de projetos do subcomitê, buscamos sensibilizar, informar, gerando uma “massa crítica” entre os atores sociais; e fortalecendo o sentimento de urgência quanto à rápida urbanização e perda de áreas agrícolas, brejos, florestas e APP’s e /ou áreas com potencial para restauração. Projetar ações que culminem na maior proteção legal da paisagem, de forma que garanta a preservação de áreas de recarga hídrica e sujeitas a inundações e deslizamentos; com maior presença Estatal e controle da ocupação urbana e industrial.

No ano de 2020, foram realizadas reuniões e “rodas de conversa”. Estas foram apresentações de convidados e discussões sobre a gestão das unidades de conservação do território, enfatizando as poten-

cialidades e fragilidades, principalmente sobre as maiores unidades de conservação, Parque Estadual do Mendanha (4.400 hectares) Área de Proteção Ambiental do Alto Iguaçu (22.111 hectares) e Reserva Biológica do Tinguá (26.813 hectares). Estas foram consideradas, devido a sua extensão e potencial de preservação e restauração. Também participaram das discussões atores sociais envolvidos com o desenvolvimento turístico e de preservação, como ao Dr^a. Maria Angélica Maciel Costa do Observatório de Lazer e Turismo da Baixada Verde da UFRRJ, a Sr.^a Roberta Gagliardi, especialista na implantação de Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN).

Também destacamos em nossas reuniões a importância da manutenção e ampliação da matriz agrícola no entorno e dentro dessas Unidades de conservação, como uma condição positiva para a preservação dos recursos hídricos, destacando o papel dos órgãos de pesquisa e extensão rural, como EMATER, EMBRAPA, Universidades entre outros.

Através de recursos disciplinados pelo Plano de Aplicação Plurianual (PAP), aprovado pela Resolução CBH-BG n.º 65/2018, alterado pela Resolução CBH-BG n.º 71/2019 e referendado pela Resolução CERHI n.º 210/2018. Neste mesmo ano foi deliberado que seria necessário um estudo para ampliar e/ou criar novas unidades de conservação, para proteger a paisagem florestal e mesmo as pastagens e áreas agrícolas da pressão de ocupação urbana, fomentada por algumas prefeituras da Baixada Fluminense. Foi desenvolvido o Termo de Referência e divulgado o Ato Convocatório edital número 25/2020, com o objeto intitulado “*Contratação de serviços para a elaboração de estudo técnico para criação e implementação básica de unidade de conservação de proteção integral no trecho oeste da Baía de Guanabara.*” O valor aproximado do estudo foi de 175 mil reais.

A empresa que venceu o Ato Convocatório foi a Azevedo Consultoria Ambiental e Energética LTDA. Esta iniciou o estudo em março de 2021 e finalizou em setembro/2022. Foram realizados diagnósticos em campo nas seis áreas indicadas no Termo de Referência, todavia a falta de segurança pública na Baixada Fluminense limitou vistorias mais aprofundadas em algumas áreas. Foram realizados levantamentos primários, com saídas a campo, com a presença de moradores locais e principalmente levantamentos secundários. Os principais critérios para definição das áreas de ampliação, foi a contiguidade física com áreas das unidades de conservação já estabelecidas, presença de espécies endêmicas e /ou ameaçadas de extinção, áreas florestais e rurais, áreas de preservação permanente e os critérios de exclusão, foram a presença de unidades de conservação de proteção integral, imóveis certificados e áreas com licenças para construção.

Em março de 2022, foi realizada uma Oficina de Diagnóstico Rápido Participativo, para o compartilhamento de experiências e informações. A oficina foi feita por videoconferência. Se inscreveram 48 pessoas, mas apenas 22 compareceram. Além desta oficina dois formulários foram enviados por e-mail a todos os inscritos e participantes. Foram realizadas duas oficinas de diagnóstico rápido participativo. Através da metodologia de Biomapa e através da plataforma *My maps* do Google®.

Após a realização dos diagnósticos, foram realizadas duas reuniões, por vídeo conferência para inclusão e ajustes dos polígonos propostos. Todos os produtos produzidos como propostas de criação e ampliação de unidades de conservação foram analisados e revisados pelo GTIV e pelo escritório de projetos do Subcomitê Oeste, buscando sempre a melhor compatibilização entre preservação e mitigação de possíveis conflitos fundiários.

RESULTADOS

Entre os principais resultados promovidos pelo Grupo de Trabalho de Infraestrutura Verde estão a deliberação, para investimento de recursos, para a sinalização ecológica no Parque Estadual do Men-

danha/INEA, com foco em recursos hídricos, a participação em outros fóruns incentivando a criação do Parque Estadual do Campo do Bomba e a contratação de serviços para a elaboração de estudo técnico para criação e implementação básica de Unidade de Conservação de Proteção Integral no Trecho Oeste da Baía de Guanabara.

Nesse estudo foram produzidos 07 produtos, a saber, Plano de Trabalho, Relatório de Estudo de Concepção, Projeto Básico da Área de Intervenção, Plano de Mobilização e Participação Social, Relatório de Oficina de Diagnóstico Rápido Participativo (DRP), Projeto Executivo de Implementação de Unidade de Conservação – PEIUC, Manual para Implementação de Unidade de Conservação – MIUC. Também foi produzida uma base de dados (acessível em CBH-BG - Sub. Oeste - GT Infraestrutura Verde (google.com)). Algumas áreas não estavam previstas nos 6.000 hectares inicialmente estudados foram incluídas posterior, com a sinalização do INEA para áreas sujeitas uma possível ampliação do Refúgio de Vida Silvestre da Serra da Estrela (REVIS Serra da Estrela).

O resultado do estudo indicou a ampliação de duas unidades de conservação estaduais, Área de Proteção Ambiental do Alto Iguaçu, Refúgio de Vida Silvestre da Serra da Estrela, uma unidade Federal, Reserva Biológica do Tinguá; e a criação do Refúgio de Vida Silvestre Municipal do Morro do Calengue, em Duque de Caxias (Tabela 1). Como principal resultado das Oficinas de Diagnóstico Rápido Participativo, destacamos que 77% dos entrevistados foram favoráveis a criação de novas unidades de conservação, 20,8% disseram talvez e apenas 2,1% foram contrários à ideia. Todavia o diagnóstico indicou que a preservação dos recursos hídricos não é entendida como uma atribuição das unidades de conservação. Quando questionadas sobre o que as pessoas entendiam como unidade de conservação, 77% citaram área de preservação da biodiversidade, 14,6% citaram modelo de conservação e 8,3% instrumento de educação ambiental. Participaram destas oficinas, além de moradores locais, pesquisadores, professores de universidades como UNIG e UFRRJ, autoridades de segurança pública, técnicos dos ICMBio e INEA.

As principais críticas sobre os resultados do estudo, foram a superficialidade com qual alguns temas foram abordados, como o número de visitas a campo e aspectos da biodiversidade, e a inclusão de áreas rurais. Todavia, estas críticas foram minimizadas com o conhecimento da região dos membros, com os ajustes propostos para cada produto entregue, com a consulta aos técnicos do INEA e ICMBio e com os adendos realizados nas Oficinas de Diagnóstico participativo. Sendo que a maior parte das áreas rurais do recorte inicial ficaram de fora das áreas de ampliação/criação das Unidades de Conservação.

Notamos que há uma resistência de alguns atores, que participaram das reuniões. Bem como um direcionamento equivocado por parte de algumas entidades que se manifestaram durante o processo de desenvolvimento do estudo. Algumas falas se detiveram em questionar o projeto, alegando que o mesmo iria arbitrariamente “*retirar as pessoas de suas terras*”. Todavia o processo foi realizado de forma transparente, buscando sempre compatibilizar a preservação ambiental com as atividades humanas, mitigando possíveis conflitos fundiários.

Tabela 1. Tamanho das áreas a serem ampliadas das Unidades de Conservação da Baixada Fluminense, como resultado do projeto proposto pelo GTIV.

	Área atual	Aumento (%)	Área proposta
APA do Alto Iguaçu/ INEA	22.111,99 ha	4.931 ha (22,3%)	27.042,99 ha
REBIO Tinguá/ICM-Bio	24.812,9 ha	1.848,22 ha (7,4%)	26.661,12 ha

	Área atual	Aumento (%)	Área proposta
REVIS Serra da Estrela/INEA	4.811,73 ha	977,17 ha (20,3%)	5.788,9 ha
REVIS Municipal do Morro do Calengue/ Prefeitura de Duque de Caxias			863,48 ha

DISCUSSÃO

A proposta apresentada é sinérgica a outros dois estudos, mobilizados pela sociedade civil, para criação de Unidades de Conservação, o Parque Estadual do Campo do Bomba e o Parque Fluvial da Cidade dos Meninos. Notamos alguma resistência a discussão de ampliação das áreas protegidas, mesmo que essa não afete diretamente a perda da posse ou propriedade das áreas. Este fato está ligado a questão fundiária no Brasil, onde a concentração de terras está associada ao poder econômico e político sendo referendada pela legislação (AMARAL; CIPOLLONE, 2021). Entretanto as duas maiores ampliações proporcionais se referem ou a uma Área de Proteção Ambiental, uma área compatível com atividades humanas, ou a um Refúgio de Vida Silvestre, uma área que desapropriação da terra não é imprescindível. A ampliação proporcional da Reserva Biológica do Tinguá, foi a menor, cerca 7,4% da sua área original, e 1,2 % da área da sub-bacia. Considerando o território do Subcomitê, 148.726 hectares. As ampliações/criação de unidades de conservação total aumentam a restrição de uso em apenas 5,9% da área da sub-bacia (Tabela 1).

Assim como as cidades, unidades de conservação devem ser dinâmicas, podendo ser ampliadas, conforme crescimento da população. Garantindo, desta forma, a funcionalidade dos serviços ecossistêmicos (ALI *et al.*, 2020). Buscaremos articular recursos para mobilização social, e repasse de terras públicas, para viabilizar a implantação dos resultados apresentados pelo projeto, ou seja, ampliação de três unidades de conservação, no âmbito estadual e federal e criação de uma na esfera municipal. Além disso, consideramos estimular a criação de Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN's), o cadastro de áreas públicas e privadas em programas de restauração florestal, o licenciamento de captações de água nas unidades de conservação dentro da bacia hidrográfica, propor parcerias com órgãos de extensão e pesquisa rural, buscando incentivar a agricultura de baixo carbono e a recomposição de áreas de preservação permanente.

CONCLUSÕES

A nossa proposta de ampliação/criação de unidades de conservação na Baixada Fluminense está em consonância com outras demandas da sociedade civil, como a criação do Parque Fluvial da Cidade dos Meninos e do Parque Estadual do Campo do Bomba, do ICMBio para ampliação da REBIO Tinguá (processo SEI 02126.002518/2017-43), e do INEA para a ampliação do REVIS Serra da Estrela. Esta visa aumentar a proteção em áreas de recarga e áreas sujeitas a inundações e deslizamentos, evitando o adensamento urbano e seus efeitos. A iniciativa protege vidas humanas, espécies ameaçadas e garante disponibilidade hídrica. Necessitamos de investimentos para ampliar a discussão sobre os resultados do projeto e fomentar a conexão física entre essas áreas e a integração na gestão.

Agradecimentos

Muitos colegas do Subcomitê Oeste e do Comitê da Baía de Guanabara influenciaram positivamente nas discussões e propostas do GTIV, em especial destaque as contribuições do pessoal do escritório de projetos, que trabalhou no Termo de Referência do projeto contratado, nas reuniões, avaliação dos

produtos, etc. Muito obrigado, a João Paulo Coimbra, Lucas Charles e Ana Costa. Agradeço também à Sr^a. Jaqueline Guerreiro e aos Srs. Paulo, José Paulo Azevedo, Gabriel Guimarães e José Miguel da Silva, que muito contribuíram nas discussões.

Referências bibliográficas

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (Brasil). Impacto da Mudança Climática nos Recursos Hídricos no Brasil/Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Brasília: ANA, 2024. 96 p.

ALI, N.; GOETTSCHE, B.; SHI, Y.; HARDCASTLE, J.; OLDFIELD, S. Study on the linkages between protected areas and the conservation of biodiversity for food and agriculture – Thematic Study for The State of the World's Biodiversity for Food and Agriculture. Rome, FAO, 2020.

AMARAL, L. O. M.; CIPOLLONE, M. A. Luta por terras e concentração fundiária no Brasil: a forma estatal e a repressão dos movimentos de trabalhadores rurais. Revista da Faculdade de Direito, Universidade de São Paulo, v. 116, n. 2, p. 427–452, 2021

COELHO NETTO, A. L. A interface florestal-urbana e os desastres naturais relacionados à água no maciço da Tijuca: desafios ao planejamento urbano numa perspectiva sócio-ambiental. Revista do Departamento de Geografia, n. 16, p. 46-60, 2005.

ICMBio/MMA. Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume VI – Peixes / 1. ed. Brasília, DF, 2018.

ODUM, E. P. Ecologia. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 1988.

RICHTER, M.; ROCHA, E. M. F.; FARIAS, H. S. (Org.). Unidades de Conservação da Baixada Fluminense: Consolidação para a Baixada Verde. 1. ed. Curitiba: Appris, 2019. v. 1. 239p.

SOLUÇÃO COM SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL PARA AUMENTAR A SEGURANÇA HÍDRICA NO CANAL DE IMUNANA, RIO DE JANEIRO

Prof. Dr. Adacto Benedicto Ottoni; Prof. Dr. Alfredo Akira Ohnuma Jr.; Allexser Pacheco Bernacchi Alves; Cynthia da Silva Souza

¹Professor Associado do Departamento de Engenharia Sanitária e do Meio Ambiente (DESMA/FEN) da UERJ. e-mail: adactoottoni@eng.uerj.br

²Professor Associado do Departamento de Engenharia Sanitária e do Meio Ambiente (DESMA/FEN) da UERJ. e-mail: akira@eng.uerj.br

³Mestrando em Engenharia Ambiental pelo PEAMB/UERJ. E-mail: allexser@gmail.com

⁴Mestranda em Engenharia Ambiental pelo PEAMB/UERJ. E-mail: cynthiassouza@gmail.com

RESUMO

A segurança hídrica no abastecimento de água é fundamental para o desenvolvimento de qualquer região. Este trabalho apresenta uma avaliação alternativa à construção de uma barragem que estabeleceria um reservatório na região trazendo assim impactos ambientais negativos e outros problemas decorrentes da inundação da área do reservatório, além da perda social e econômica com a redução de áreas produtivas. Foram então propostas intervenções na área da bacia do Canal de Imunana, que se baseiam no aumento da infiltração das águas de chuva no solo, na recarga de vazões, e no aumento de áreas de reflorestamento, sobretudo em Áreas de Preservação Permanentes (APPs), como faixas marginais dos rios e em áreas íngremes da bacia hidrográfica para a recarga dos mananciais hídricos e assim garantir o atendimento à demanda hídrica de abastecimento da população das bacias dos rios Guapiaçu e Macacu. As intervenções propostas reduziriam o coeficiente de escoamento da área (runoff) para menos de 0,3, e assim garantiria um aumento das vazões mínimas da bacia. De forma conservadora foi estimado que a bacia seria capaz de fornecer ao sistema de abastecimento a demanda atual e futura da região sem a necessidade de implantação de novas captações, além de reduzir os impactos de enchente dos eventos hidrológicos extremos. As intervenções propostas ainda possivelmente representariam menor custo total em comparação com a grande obra de engenharia que é a construção de uma barragem.

Palavras-Chave: Reflorestamento, Recarga Hídrica, Gestão Sustentável, Bacia Hidrográfica, Escoamento Superficial.

INTRODUÇÃO

Em função da necessidade pelo Governo do Estado do Rio de Janeiro de ampliar a oferta de água para a Região do Conleste Fluminense, foi estudado originalmente a alternativa da construção da Barragem do rio Guapiaçu devido aos recorrentes problemas na captação do sistema Imunana-Laranjal, que nos períodos muito secos não funciona a plena carga por falta de água no Canal do Imunana (AMBIENTAL ENGENHARIA E CONSULTORIA, 2013). Da análise dos impactos ambientais negativos de implantação da barragem do rio Guapiaçu, que inundaria uma área em torno de 2.000 hectares, destacam-se aspectos relacionados ao Estudo de Impacto Ambiental (EIA) que aborda a possibilidade da existência de floração de algas potencialmente tóxicas, e tende a gerar um aumento da estagnação das águas do seu reservatório, com produção, como consequência, do processo de eutroficação hídrica, gerando uma piora da qualidade das águas do reservatório, inclusive com a possível formação de cianotoxinas, e terão sua fauna e flora impactados negativamente (HOWARD *et al.*, 2021). Outro ponto é a obstrução do transporte de sedimentos do rio, com alteração profunda no equilíbrio morfo-

-sedimentológico da calha ((LIU *et al.*, 2022). Ainda no cenário socioeconômico geraria desemprego e desabastecimento agrícola com a inundação de áreas produtivas.

Por outro lado, existem soluções de segurança hídrica sustentáveis e menos onerosas, que incluem o reflorestamento e o aumento da permeabilidade do solo da bacia (NEBEL; WRIGHT, 2000; OTTONI, 1996; RANI *et al.*, 2022; ZEMA *et al.*, 2021). O presente estudo tem como objetivo propor metodologia de solução técnica para melhorar a disponibilidade hídrica da bacia hidrográfica do Canal de Imunana, a partir de monitoramento ambiental adequado das bacias hidrográficas dos rios Guapiaçu e Macacu (que formam o referido canal) e de estudos que englobem soluções baseadas na natureza, com regularização do regime hídrico fluvial e melhoria da recarga de água subterrânea no solo.

METODOLOGIA

De acordo com Ottoni (2019), as bacias hidrográficas dos rios Guapiaçu e Macacu possuem uma área de 570,34 e 507,69 km², respectivamente e apresentam áreas de desmatamento, erosão e compactação do solo, com aumento do volume do escoamento superficial de encosta São bacias responsáveis pela produção de vários tipos de legumes e verduras para o Estado do Rio de Janeiro numa produção de mais de 20 mil toneladas ao ano, como milho verde, inhame, aipim, goiaba, jiló, banana prata, quiabo, limão tahiti, coco verde, e com rios que atendem aos principais mananciais hídricos da região leste da Baía de Guanabara, no Estado do Rio de Janeiro. Esse sistema atualmente opera em seu limite, com vazão de 6,0 m³/s, e futuramente, para um cenário referente ao ano de 2035, haverá déficit hídrico de 5,0 m³/s (AMBIENTAL ENGENHARIA E CONSULTORIA, 2013). A Figura 1 ilustra as bacias hidrográficas dos rios Guapiaçu e Macacu e o seu desemboque no Canal de Imunana (OTTONI *et al.*, 2019).

O objetivo das intervenções é o de promover a retenção hídrica das águas de chuva e o reforço das infiltrações nas encostas com taludes de diferentes inclinações e planícies de fundos de vale da bacia, com minimização dos escoamentos superficiais, através de atuações de recarga artificial, a utilização de pequenas e médias obras hidráulicas e reflorestamento distribuído de forma estratégica ao longo de áreas específicas da bacia hidrográfica, em função do seu processo de ocupação antrópica (HANLON, 2017; MOUSAVIJAD *et al.*, 2022; OTTONI *et al.*, 2019).

Figura 1 – Bacias hidrográficas dos rios Guapiaçu e Macacu e o Canal de Imunana

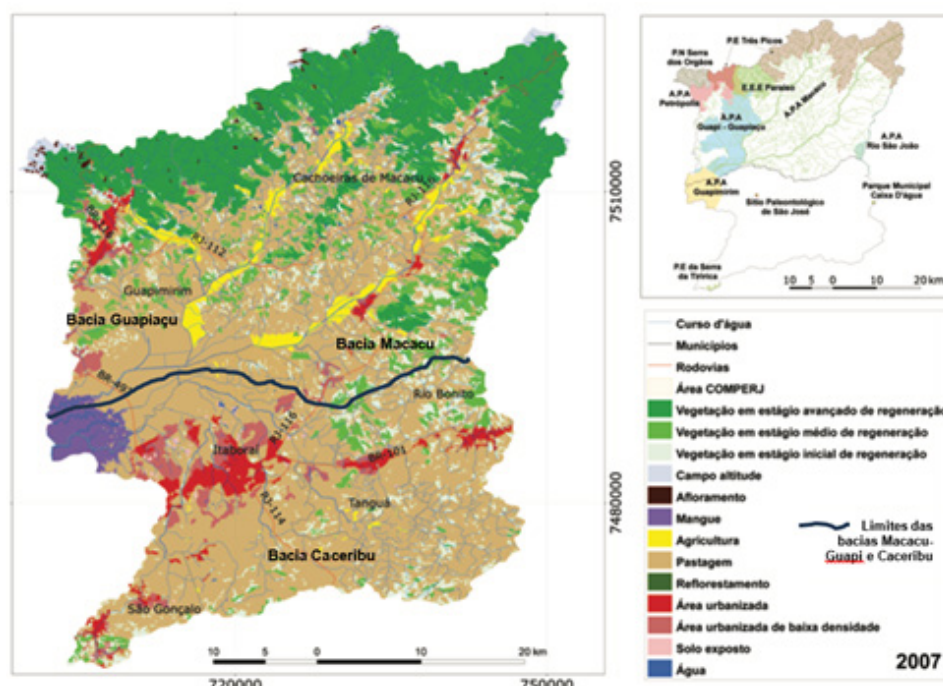


Fonte: OTTONI *et al.* (2019)

Gera-se, assim, um reforço de água aos lençóis freáticos e a consequente regularização hidrossedimentológica das calhas fluviais drenantes da bacia, como também a retenção de águas superficiais de encostas que iriam se encaminhar rapidamente nos períodos de chuvas intensas para as galerias de águas pluviais e calhas fluviais, levando à ampliação da magnitude das enchentes urbanas, tanto na bacia do rio Macacu, quanto na do Guapiaçu. São, portanto, promovidos efeitos favoráveis à atenuação das cheias (nos períodos de chuvas intensas na região), com benefícios ao ecossistema natural da bacia hidrográfica, controle da erosão e do assoreamento, além de melhoria das condições de umidade do solo. Adicionalmente ao reflorestamento, propõe-se obras de encostas, capazes de promover a curto prazo a recarga dos lençóis aquíferos. Essas obras civis, usualmente de pequeno porte e baixo custo, podem ser: as soleiras de encostas (nas partes mais íngremes das bacias, com o objetivo de dissipar energia de escoamento e reter sedimento do solo), as valas de terraceamento ou de infiltração (nas áreas de declividade intermediária das encostas, visando reter os escoamentos superficiais e infiltrá-los no solo), as bacias de recarga (nas áreas mais planas e baixas, onde formam-se planícies de infiltração, recarregando amplamente os lençóis freáticos nos períodos chuvosos), e intervenções de controle de erosão do solo (OTTONI; OTTONI, 2022; SALAMEH; ABDALLAT; VAN DER VALK, 2019). A Figura 2 ilustra o mapa de uso e ocupação do solo nas bacias hidrográficas dos rios Macacu, Guapiaçu e Caceribu (PEDREIRA *et al.*, 2009), como referência para composição de soluções baseadas na natureza.

Este artigo propõe atuar prioritariamente nas áreas de pastagens, tanto nas regiões de planície com declividade baixa, mais próximo às calhas dos rios Guapiaçu e Macacu, e seus afluentes, como nas regiões de encosta com maior declividade. As áreas de pastagens correspondem a aproximadamente 40% da área total das bacias dos rios Guapiaçu e Macacu. Considerando que o coeficiente de escoamento superficial (ou coeficiente “*runoff*”) dessas regiões de pastagens é superior a 0,5 – 0,6 (SILVA, 2015) (ou seja, pelo menos de 50 a 60% das águas precipitadas nessas áreas de pastagens escoam-se superficialmente, agravando as enchentes nos períodos chuvosos, e essa água é perdida em direção à Baía de Guanabara, sem a retenção na bacia hidrográfica dos rios onde as pastagens se localizam).

Figura 2 – Uso e ocupação do solo nas bacias dos rios Macacu-Guapiaçu e Caceribu



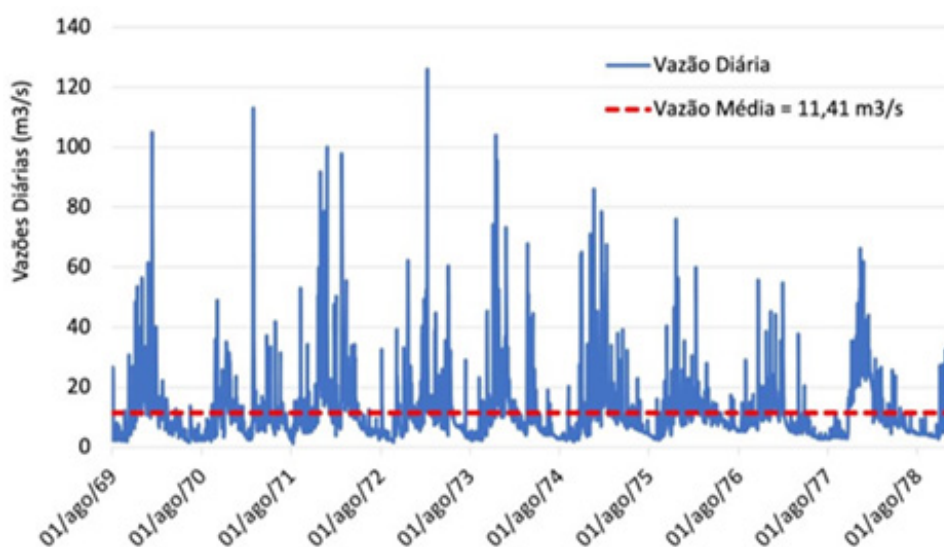
Fonte: Adaptado Pedreira, *et al.* (2009)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Existem poucas medições de vazões nos rios Guapiaçu e Macacu disponíveis para avaliação das disponibilidades hídricas efetivas na região. A partir dos dados fluviométricos de ANA (2023), nos postos de Quizanga (no rio Guapiaçu) e Parque Ribeira (no rio Macacu), foram elaborados hidrogramas a partir de série histórica disponível, com mostrado nas Figuras 3 e 4. Como a vazão média de uma seção fluvial pode ser considerada como a vazão máxima regularizável (OTTONI, 1996; SILVA, 2015), nota-se que os períodos de vazões superiores à média, correspondentes aos deflúvios fluviais anuais são expressivos, com vazões de cheias que chegam a mais de 120 m³/s no Rio Guapiaçu e 220 m³/s no rio Macacu (ANA, 2023). De acordo com a concessionária local, responsável pela produção de água para abastecimento de água potável na região, há uma produção atual de 6 m³/s no sistema Imunana-Laranjal, com uma demanda de mais 5 m³/s até 2030 (AMBIENTAL ENGENHARIA E CONSULTORIA, 2013). As vazões médias nos 2 postos fluviométricos, Quizanga e Posto Ribeira, respectivamente, nos rios Guapiaçu e Macacu (observados no trecho médio, sendo, assim, uma avaliação conservadora), correspondem a cerca de 15 m³/s (ANA, 2023), a partir do exutório dos rios Guapiaçu e Macacu, juntos no Canal de Imunana. Desse modo, pode-se admitir, em condições normais, que esta vazão média atende a demanda complementar de mais 5 m³/s, desde que sejam recuperadas as condições de saúde ambiental das bacias hidrográficas desses rios, como o apresentado no escopo deste trabalho. A partir de uma avaliação dos dados hidrológicos de precipitação ocorridos nessas bacias hidrográficas ao longo de 35 anos de dados disponíveis no site da ANA (2023), constata-se a elevada disponibilidade dos deflúvios pluviais na região.

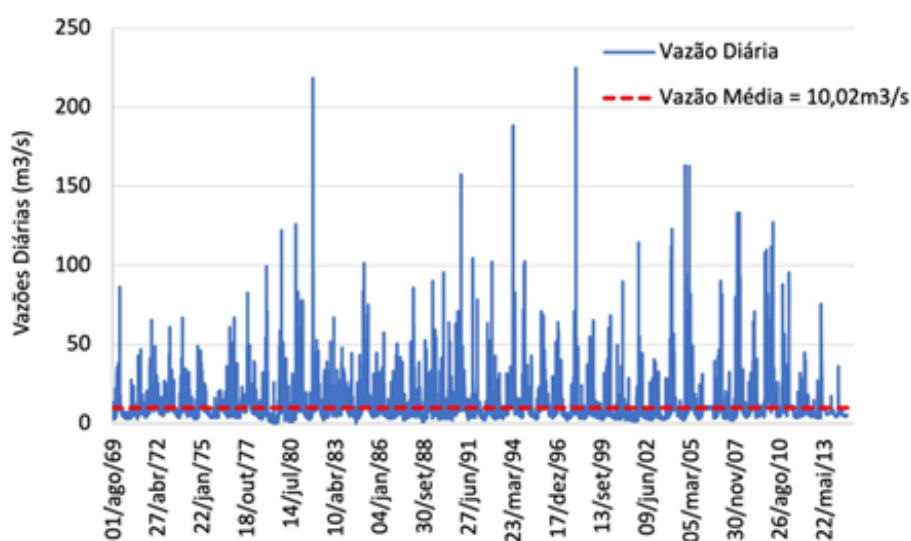
Este estudo prevê a recuperação do solo, a retenção das águas das chuvas nessas áreas de pastagens e o consequente aumento da capacidade de recarga da água subterrânea (que passariam a ter um coeficiente de “runoff” inferior a 0,3, ou seja, mais de 70% das águas de chuva passariam a ficar retidas nas bacias hidrográficas do rio Guapiaçu e Macacu, e infiltrariam no solo como água de recarga dos lençóis de água subterrânea nessas áreas de pastagens selecionadas), que iriam amenizar as enchentes nos períodos chuvosos, sem prejudicar a atividade da pecuária. Algumas horas após as chuvas, toda as águas retidas pelas intervenções propostas no Projeto seriam infiltradas no solo, com a garantia do aumento das vazões desses rios nos períodos de estiagem, onde o aumento das vazões dos rios Guapiaçu e Macacu prevê o aumento proporcional das vazões no Canal de Imunana, além do reforço no abastecimento de água para a população, a partir da própria captação da concessionária existente, sem a necessidade de novas captações.

Figura 3 – Hidrograma da série histórica anual existente do posto Quizanga, no rio Guapiaçu



Fonte: Os autores, adaptado de AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (2023).

Figura 4 – Hidrograma da série histórica anual existente do posto Parque Ribeira, no rio Macacu



Fonte: Os autores, adaptado de AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (2023).

Para a revitalização das bacias dos rios Guapiaçu e Macacu, devem ser realizados os seguintes estudos técnicos:

Implantação de Programa de Monitoramento Hidrométrico e de Qualidade das Águas dos Rios Guapiaçu e Macacu, e de seus afluentes principais, cobrindo pelo menos de 1 a 2 anos hidrológicos completos, de forma a se avaliar com mais precisão a degradação do solo dessas bacias hidrográficas afetando o regime dos rios, bem como as fontes de poluição hídrica de origem pontual e difusa, para se adotarem as medidas mitigadoras e corretivas de recuperação da quantidade e qualidade das águas desses rios.

Elaboração de Diagnóstico Ambiental das bacias dos rios Guapiaçu e Macacu, a partir dos dados básicos levantados nas etapas anteriores, onde pretende-se elaborar o mapeamento da região hidrográfica em estudo, definir com mais precisão a rede hidrográfica real existente (em função das drásticas mudanças realizadas no passado pelo DNOS com a canalização e retificação de rios), os diferentes tipos de uso e ocupação do solo, e de degradação dos recursos hídricos nessas bacias hidrográficas, bem como as áreas degradadas dessas bacias hidrográficas propícias a sofrerem intervenções adequadas de recuperação ambiental.

Elaboração do Projeto de Pesquisa Aplicada das Obras e Intervenções com Sustentabilidade Ambiental visando a recuperação ambiental das bacias hidrográficas dos rios Guapiaçu e Macacu como um todo, com vistas à ampliação da oferta de água para a região do leste da Baía de Guanabara. As diferentes obras e intervenções a serem projetadas para a recuperação ambiental das bacias hidrográficas dos rios Guapiaçu e Macacu irão ocorrer prioritariamente em áreas de pastagens existentes nessa região, sem prejudicar os agricultores locais e, portanto, sem gerar perdas de produção agrícola na região. Essas obras e intervenções de reflorestamento e recarga de água subterrânea tendem a produzir impactos positivos na bacia hidrográfica, com aumento da umidade do solo, e com mais vegetação, afetará positivamente o regime hidrológico dos rios Guapiaçu e Macacu.

Dentro do programa de atividades previstas nos estudos de revitalização ambiental das bacias hidrográficas dos rios Guapiaçu e Macacu, deve-se fazer a avaliação da implementação de Programa de Produtores de Água na região, onde os proprietários das terras nas regiões de recarga hídrica e nascentes dos mananciais de água naturais receberiam compensação financeira das autoridades res-

ponsáveis pela execução das intervenções corretivas de proteção ambiental na bacia hidrográfica, e esses proprietários de terras participariam das atividades de manutenção e conservação permanente de todo o sistema ambiental, com capacitação e orientação técnica adequada das autoridades responsáveis pela execução das atividades corretivas na bacia, com a gestão sustentável e integrada de seus resíduos, valorização econômica de suas terras, e o aumento da quantidade e melhoria da qualidade das águas desses mananciais hídricos. Esse tipo de intervenção já é feito com sucesso nos mananciais hídricos que abastecem a cidade de Nova York, nos Estados Unidos (HANLON, 2017), a partir de Políticas Públicas com Sustentabilidade Ambiental implantadas pelas autoridades responsáveis. Com relação ao assunto, deve-se buscar viabilizar uma gestão integrada ao saneamento das bacias hidrográficas dos rios Guapiaçu e Macacu, como prevê a Lei 12305 constante no Plano Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2022). As soluções do saneamento integrado, tanto para os resíduos sólidos quanto para os esgotos, dentro do conceito da sustentabilidade ambiental, podem ser dirigidas para a produção de composto orgânico a partir dos resíduos sólidos e dos esgotos orgânicos, podendo ser usado para baratear o reflorestamento nas bacias hidrográficas dos rios Guapiaçu e Macacu, e favorecer a produção de água doce nas bacias hidrográficas desses rios pela recuperação do húmus dos solos (OTTONI, 2022a).

A Figura 5 ilustra a conformação geral estimada das atuações de revitalização ambiental das bacias hidrográficas dos rios Guapiaçu e Macacu a partir das ações propostas de soluções baseadas na natureza.

Figura 5 – Conformação geral estimada das atuações de revitalização ambiental das bacias hidrográficas dos rios Guapiaçu e Macacu

Fonte: OTTONI *et al.* (2019)

CONCLUSÃO

A partir das intervenções propostas no projeto de sustentabilidade ambiental na bacia hidrográfica dos rios Guapiaçu e Macacu, prevê-se um aumento das vazões mínimas dos rios Guapiaçu e Macacu para atender a ampliação da oferta de água para a região leste da Baía de Guanabara, além de haver um amortecimento das enchentes na região, sem prejudicar os agricultores locais, valorização da pecuária e as propriedades locais, e recuperação da biodiversidade dos ecossistemas fluviais existentes.

Possivelmente, os custos de implantação das obras e intervenções previstas, e discriminadas no presente estudo, são menores do que os custos da cara e impactante obra da barragem do rio Guapiaçu proposta originalmente para a produção de água para a região leste da Baía de Guanabara. O trabalho mostrou que a barragem originalmente proposta do rio Guapiaçu deve gerar impactos negativos no rio Guapiaçu e que efetivamente não garante a produção de água na bacia, pois a barragem apenas acumula no volume útil do reservatório as águas que escoam pelo rio nos períodos chuvosos, e regulariza a vazão, havendo extravasamento do excesso de água em períodos chuvosos pelos vertedores dessas obras hidráulicas. A produção efetiva de água doce deve-se sobretudo à bacia hidrográfica recuperada e preservada, que retém e infiltra grande parte das águas das chuvas no solo, amortece as enchentes e garante mais água nos rios nos períodos de estiagens, com obras e intervenções mais baratas, e efeitos positivos de valorização ambiental e de melhoria das condições de vida da população, que é o que está previsto nos estudos e projetos que estamos propondo, que visará aumentar a disponibilidade hídrica para fins de abastecimento de água da região leste da Baía de Guanabara. Em períodos chuvosos mais vigorosos, ou na ampliação as vazões de captação hídrica em água doce para a região, as bacias hidrográficas preservadas dos rios Guapiaçu e Macacu devem permitir um aporte adicional de água, pelas intervenções propostas, que ficará retida em maior quantidade no solo dessas bacias hidrográficas devido à maior recarga das águas de chuva nos lençóis de água sub-

terrâneos existentes na bacia hidrográfica desses rios, a partir de mananciais de água doce de melhor qualidade e em maior quantidade para atender à população da região leste da Baía de Guanabara, de forma sustentável, com a preservação do solo e do ecossistema natural. Se houver interesse, posteriormente, em complementação às atuações de recuperação ambiental das bacias hidrográficas dos rios Guapiaçu e Macacu propostas neste projeto, podem ser implantados barramentos menores e menos impactantes do que a barragem no rio Guapiaçu inicialmente prevista, com menos passivos ambientais para a região.

Referências Bibliográficas

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Portal HIDROWEB. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Estações Fluviométricas de Quizanga (Rio Guapiaçu) e Parque Ribeira (Rio Macacu).

AMBIENTAL ENGENHARIA E CONSULTORIA. EIA/RIMA para a implantação da barragem do rio Guapi-Açu - RJ. Vol. 1. Rio de Janeiro: [s.n.]. 2013.

BRASIL. Plano Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília - DF: [s.n.]. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/agendaambientalurbana/lixao-zero/plano_nacional_de_residuos_solidos-1.pdf>. Acesso em: 18 out. 2022.

CRISTINA, E. *et al.* Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 191 Áreas Prioritárias para Recuperação na Região da Bacia Hidrográfica do Rio Guapi-Macacu, RJ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Embrapa Solos Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2011.

HANLON, J. W. Complementary safeguards for robust regional watershed governance in a federation: New York City and its municipal water supply. *Environmental Science and Policy*, v. 75, p. 47–55, 1 set. 2017.

HOWARD, M. D. A. *et al.* Multiple co-occurring and persistently detected cyanotoxins and associated cyanobacteria in adjacent California lakes. *Toxicon*, v. 192, p. 1–14, 1 mar. 2021.

LIU, S. *et al.* A novel approach to assessing the impacts of dam construction on hydrologic and ecosystem alterations. Case study: Castril river basin, Spain. *Ecohydrology and Hydrobiology*, v. 22, n. 4, p. 598–608, 1 out. 2022.

MOUSAVIJAD, M. *et al.* Review of reforestation value chain planning and management: A conceptual framework. *Trees, Forests and People* Elsevier B.V., 1 jun. 2022.

NEBEL, B. J.; WRIGHT, R. T. *Environmental Science. The Way the World Works*. 7 th ed. Upper Saddle River, New Jersey - USA: Prentice Hall, 2000. v. 1

OTTONI, A. B. Tecnologia do manejo hídrico em bacias urbanas visando a sua valorização sanitária e ambiental. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Saúde Pública (ENSP/FIOCRUZ/MS), 1996.

OTTONI, A. B. *et al.* A NECESSIDADE DA GESTÃO COM SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL PARA A BACIA HIDROGRÁFICA DOS RIOS GUAPIAÇU E MACACU - RJ. Em: Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável 2. 1. ed. Ponta Grossa - PR: Atena Editora, 2019. v. 1p. 1–12.

OTTONI, A. B. a necessidade de uma gestão com sustentabilidade ambiental para a recuperação do Estado do Rio de Janeiro pós-pandemia da COVID-19. Em: SOARES, A. C. T. DA S.; DE MOURA,

E. G.; TEIXEIRA, E. L. (Eds.). UERJ COMRJ - Ciência, Tecnologia e Inovação - Propostas para o Rio de Janeiro pós-pandemia. 1. ed. Rio de Janeiro: COMUNS Editorial - ISBN 978-65-995058-4-3, 2022a. v. 1p. 146–156.

OTTONI, A. B.; OTTONI, M. Sustentabilidade ambiental e segurança hídrica para o abastecimento de água do Rio de Janeiro: proposta de solução técnica emergencial para a revitalização da Lagoa do Guandu. *Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, v. 9, n. 22, p. 545–559, 2022.

PEDREIRA, B. da C. C. G.; FIDALGO, E. C. C.; PRADO, R. B.; FADUL, M. J. do A.; BASTOS, E. C.; SILVA, S. A.; ZAINER, N. G.; PELUZO, J. Dinâmica de uso e cobertura da terra nas bacias hidrográficas de Guapi-Macacu e Caceribu - RJ. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009. 65 p. *Boletim de pesquisa e desenvolvimento*, 136.

RANI, M. *et al.* Investigation of groundwater recharge prospect and hydrological response of groundwater augmentation measures in Upper Kosi watershed, Kumaun Himalaya, India. *Groundwater for Sustainable Development*, v. 16, 1 fev. 2022.

SALAMEH, E.; ABDALLAT, G.; VAN DER VALK, M. Planning considerations of managed aquifer recharge (MAR) projects in Jordan. *Water (Switzerland)*, v. 11, n. 2, 2019.

SILVA, L. P. *HIDROLOGIA - Engenharia e Meio Ambiente*. 1. ed. ed. Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda., 2015.

ZEMA, D. A. *et al.* Influence of forest stand age on soil water repellency and hydraulic conductivity in the Mediterranean environment. *Science of the Total Environment*, v. 753, p. 142006.

TRANSPOSIÇÃO DA TECNOLOGIA SOCIAL “BACIA ESCOLA” DA RH-I (BAÍA DA ILHA GRANDE) PARA A RH-VII (RIO DOIS RIOS)

Anderson Mululo Sato^{1,2}, Thayná Maria Oliveira da Silva³, Júlia Marinho Cabral³, Márcia Mululo Erthal⁴, Regina Bérغامo Monnerat⁵, Jorge Luiz Mendes Gil⁶, Roberto Cesar Lomeu⁷, Jonas Edinaldo da Silva⁴

¹Grupo de Pesquisa em Desastres Sócio-Naturais, Instituto de Educação de Angra dos Reis, Universidade Federal Fluminense (GDEN/IEAR/UFF)

²Pós-Graduação em Gestão de Territórios e Saberes, Instituto de Educação de Angra dos Reis, Universidade Federal Fluminense (TERESA/IEAR/UFF)

³Curso de licenciatura em Geografia, Instituto de Educação de Angra dos Reis, Universidade Federal Fluminense

⁴Secretaria de Educação - Prefeitura de Bom Jardim/RJ

⁵Secretaria de Meio Ambiente e Proteção Animal - Prefeitura de Bom Jardim/RJ

⁶Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado do Rio de Janeiro (EMATER-Rio) – Escritório Bom Jardim/RJ

⁷Associação de Moradores e Produtores Rurais da Barra de Santa Tereza – Bom Jardim/RJ

Resumo

O conceito “bacia escola” tem sido utilizado com diferentes definições no Brasil, mas já se apresenta como uma poderosa ferramenta de integração e transformação socioambiental de bacias hidrográficas. Uma significativa inovação na definição proposta por Sato (2023) foi abordar a bacia escola como uma tecnologia social, sendo trabalhada de forma pioneira dentro desta nova perspectiva na Bacia Escola do Retiro em Angra dos Reis/RJ. Este trabalho traz o relato de experiência do processo de reaplicação/transposição desta tecnologia social da Região Hidrográfica I (Baía da Ilha Grande) para a RH VII (Rio Dois Rios) do estado do Rio de Janeiro. Destacam-se os resultados atingidos e processo de evolução da tecnologia desde 2017 na Bacia Escola do Retiro (RH-I) até o processo de implantação na Bacia Escola de Santa Tereza (RH-VII) a partir do ano de 2023. Neste novo espaço a tecnologia social também tem alcançado resultados relevantes, proporcionando centenas de participações e envolvimento de múltiplos atores em atividades de educação ambiental e gestão ambiental participativa do principal manancial de abastecimento do município de Bom Jardim/RJ.

Palavras chaves: bacia escola, tecnologia social, sustentabilidade, resiliência, desastre.

INTRODUÇÃO

Segundo Giacomel *et al.* (2021), o conceito de “bacia escola” tem sido utilizado com diferentes definições e ainda está em consolidação no Brasil. Observam-se, pelas diversas experiências descritas na literatura, exemplos que demonstram seus impactos na ciência, meio ambiente e educação. Portanto, já se constitui como uma ferramenta poderosa de integração e transformação socioambiental, replicada com especificidades em diversas regiões do Brasil e do mundo.

Segundo Sato *et al.* (2023), após uma ampla revisão da literatura abordando as múltiplas definições, bacia escola foi definida como “uma tecnologia social que adota uma bacia ou sistema hidrográfico em busca da sustentabilidade e resiliência a desastres por meio da gestão ambiental participativa”. Uma significativa inovação nesta definição foi abordar a bacia escola como uma tecnologia social, sendo as tecnologias sociais definidas como “produtos, técnicas ou metodologias reaplicáveis, desenvolvidas na interação com a comunidade e que representem efetivas soluções de transformação social” (FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL, 2024).

A tecnologia social Bacia Escola vem sendo aprimorada na Região Hidrográfica I (Baía da Ilha Grande)

desde 2017 com a formação da Bacia Escola do Retiro em Angra dos Reis/RJ, litoral Sul do Estado do Rio de Janeiro (BACIA ESCOLA DO RETIRO, 2017). Segundo Gonçalves (2019), as primeiras atividades nesta bacia escola envolveram aulas passeio, trabalhos de campo, eventos de educação ambiental, aulas públicas e realização de oficinas para a construção do Plano de Ação Comunitário (PAC), que passou a ser de governança do Núcleo Comunitário de Sustentabilidade (NCS).

Para superar os desafios sócio-ambientais faz-se necessário desenvolver um modelo de gestão participativa no qual os diferentes atores comunitários discutam coletivamente a sustentabilidade da bacia escola, de forma abrangente e integrada. Desta necessidade, surgiu a ideia de formar o NCS (BACIA ESCOLA DO RETIRO, 2018).

Atualmente, no território da Bacia Escola do Retiro, são realizadas ações simultâneas de educação ambiental, recuperação dos sistemas de captação, reservação e distribuição de água, instalação de biodigestores para o tratamento de esgotos, que incidem de forma sistêmica em diversos desafios identificados no PAC (SATO *et al.*, 2023). Segundo estes autores, a tecnologia social Bacia Escola promove a integração das atividades acadêmicas de ensino-pesquisa-extensão, totalizando dezenas de atividades desde abril de 2022, quando se iniciou uma sistematização destas atividades de educação ambiental, sendo contabilizadas centenas de participações de alunos, professores e comunitários de diversos bairros de Angra dos Reis e municípios circundantes.

A partir da divulgação dos resultados positivos obtidos na Bacia Escola do Retiro, gestores públicos municipais das secretarias de Educação e Meio Ambiente de Bom Jardim, região Serrana do estado do Rio de Janeiro, realizaram os primeiros contatos com as lideranças envolvidas na promoção da bacia escola em Angra dos Reis para dialogar sobre a possibilidade de reaplicar esta tecnologia social no território bonjardinense (BACIA ESCOLA DO RETIRO, 2022). O presente trabalho descreve este processo de transposição da tecnologia social Bacia Escola, iniciado em 2023, para a mais importante bacia hidrográfica de abastecimento público de água do município de Bom Jardim, integralmente inserido na Região Hidrográfica-VII (Rio Dois Rios) (figura 01).

Figura 01 - Localização das bacias escolas nos municípios de Angra dos Reis (RH-I) e Bom Jardim (RH-VII).



TRANSPOSIÇÃO DE BACIAS ESCOLAS

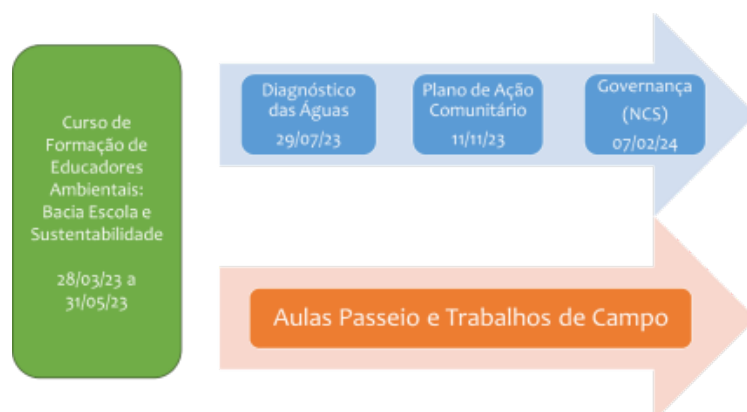
O município de Bom Jardim possui características sociais, econômicas e ambientais bastante diferentes e contrastantes com Angra dos Reis, que se configura como um desafio inicial à transposição da tecnologia social bacia escola. Angra dos Reis está localizada no litoral Sul do estado, com uma população de aproximadamente 200.000 habitantes confinada entre a baía da Ilha Grande e a escarpa da serra do Mar, com mais de sessenta bacias hidrográficas, em sua maior parte de pequenas dimensões, atuando como mananciais de abastecimento público (CBH BIG, 2020). Já o município de Bom Jardim está no domínio geomorfológico de “mares de morros” no reverso da serra do Mar, com uma população de cerca de 25.00 habitantes abastecido por menos de dez captações de água (BOM JARDIM, 2023), realizadas em mananciais de maiores dimensões, menor gradiente topográfico e reduzida cobertura florestal se comparado aos mananciais de Angra dos Reis (INEA, 2023).

Para iniciar a governança sobre o processo de transposição de tecnologia social, formou-se um grupo de trabalho composto por professor do Instituto de Educação de Angra dos Reis/Universidade Federal Fluminense (IEAR/UFF) juntamente com gestores e servidores das secretarias de Educação e Meio Ambiente da Prefeitura Municipal de Bom Jardim (PMBJ). A primeira tarefa do grupo de trabalho foi selecionar a bacia hidrográfica a ser convertida em bacia escola utilizando como principais critérios a relevância para o abastecimento público municipal e a existência da sociedade civil organizada e mobilizada.

A bacia hidrográfica do córrego Santa Tereza foi inicialmente selecionada pois possui duas captações de água (captações Moinho e Santa Tereza) que fazem parte do sistema público de abastecimento da região central do município de Bom Jardim, respondendo por 87% de toda a água captada para este sistema. Além disso, seu território abrange a área de atuação da Associação de Moradores e Produtores Rurais da Barra de Santa Tereza (AMPRBST), organização da sociedade civil local. Além destes critérios, em reunião realizada em janeiro de 2023, foi apresentada uma proposta inicial de parceria entre o IEAR/UFF e PMBJ com a comunidade para implantação da bacia escola, sendo prontamente apoiada pelos comunitários e lideranças da AMPRBST. A partir de então, o presidente da associação e outras lideranças comunitárias passaram a fazer parte do grupo de trabalho.

O processo de implantação da bacia escola foi pactuado em etapas (figura 02), sendo avaliado como fundamental iniciar com um processo formativo para diferentes públicos, obviamente incluindo os comunitários da Barra de Santa Tereza e a equipe executiva de implantação da nova bacia escola. A partir do segundo semestre de 2023 o enfoque passou a atuação específica no território da bacia escola com duas frentes de atuação interatuantes: uma de elaboração de um diagnóstico do território, seguido de um PAC e constituição do grupo de governança (NCS) do processo de promoção da sustentabilidade da bacia escola (seta azul); e outra frente focada na realização de ações de educação ambiental formal através de aulas passeios com escolas e trabalhos de campo com universidades (seta laranja).

Figura 02 – Linha do tempo do processo de implantação da Bacia Escola da Barra de Santa Tereza no município de Bom Jardim (RH-VII).



O “Curso de Formação de Educadores Ambientais: Bacia Escola e Sustentabilidade” atendeu mais de uma centena de cursistas de todos os distritos de Bom Jardim e municípios vizinhos, com público bastante eclético formado majoritariamente por professores, comunitários, técnicos e estudantes de licenciatura. Os objetivos do curso foram plenamente alcançados e maiores informações podem ser encontradas em Sato *et al.* (2023).

O Curso de Formação de Educadores Ambientais: Bacia Escola e Sustentabilidade apresentou excelentes resultados, atingindo os objetivos previstos. Observou-se que o curso possuiu um desempenho de excelência quanto as notas atribuídas ao curso, o nível de satisfação, a recomendação e a contribuição do curso para a formação dos cursistas. Tanto o quantitativo de cursistas concluintes como a quantidade e qualidade da formação PCS [Projetos Coletivos de Sustentabilidade] demonstram que o curso de educadores ambientais finalizou com sucesso. Cabe destacar também que após a conclusão as instituições organizadoras do curso receberam uma moção de aplausos pela Câmara de Vereadores de Bom Jardim (SATO et al., 2023).

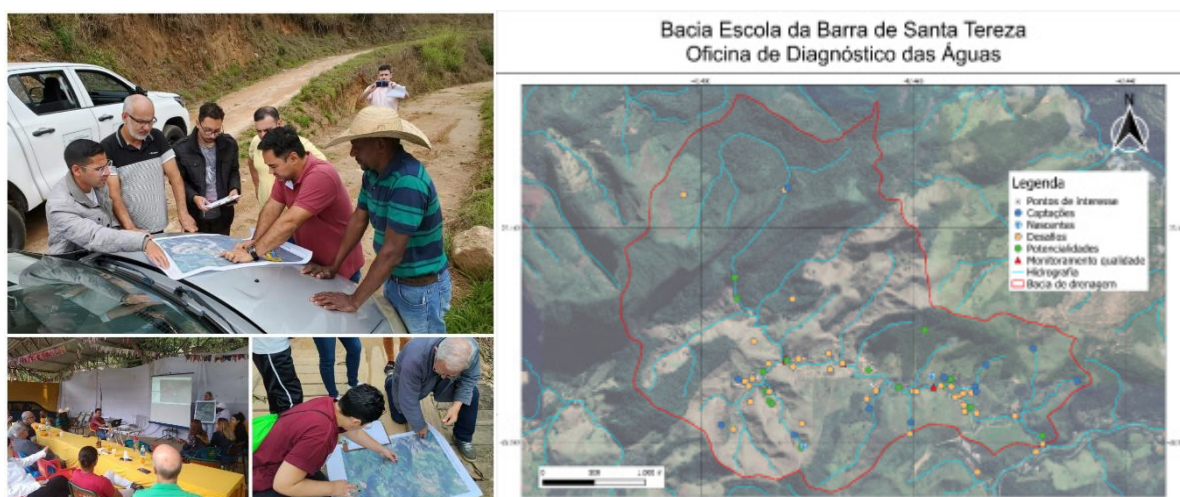
A partir de agosto de 2023 foram realizadas as primeiras aulas passeios com turmas de 5º ano do ensino fundamental da rede pública municipal, totalizando até dezembro deste mesmo ano sete atividades que envolveram duzentas participações de alunos, professores e técnicos (figura 03). As turmas de Hidrologia, Geomorfologia Continental e Biogeografia da licenciatura em Geografia do IEAR/UFF também realizaram trabalhos de campo na bacia escola, agregando substancialmente na formação dos estudantes de ensino superior e no empoderamento dos comunitários como educadores.

Figura 03 – Escolas da rede pública municipal realizam primeiras aulas passeios na Bacia Escola da Barra de Santa Tereza.



O processo de elaboração do PAC envolveu, primeiramente, a realização da “Oficina de Diagnóstico das Águas” visando identificar os maiores desafios e potencialidades à promoção da sustentabilidade na bacia escola. Esta oficina contou com a realização de mapeamentos participativos nos diversos trechos da bacia hidrográfica (alto, médio e baixo) com grupos mesclados entre técnicos e comunitários, sendo as informações agregadas posteriormente em um mapa conjunto da bacia (figura 04).

Figura 04 – Oficina de mapeamento participativo e mapa de diagnóstico das águas na Bacia Escola da Barra de Santa Tereza.



Com base neste diagnóstico inicial a segunda oficina foi direcionada para a priorização de desafios utilizando a metodologia GUT (Gravidade Urgência Tendência) por meio de processo democrático de votação e argumentação pelos participantes. Esta tarefa resultou na seguinte priorização dos desafios: 1) Falta de tratamento de esgotos; 2) Descarte inadequado dos resíduos sólidos (“lixo”) e óleo vegetal; 3) Ausência de florestas em APPs e pisoteio do gado nas florestas e córregos; 4) Incêndios e queimadas; e 5) Falta de acesso e pequena quantidade de água nas cachoeiras. Assim como no PAC da Bacia Escola do Retiro em Angra dos Reis, a falta de tratamento de esgotos foi definida na Bacia Escola da Barra de Santa Tereza em Bom Jardim de forma quase unânime como o desafio socioambiental mais prioritário, reaparecendo também aqueles relacionados ao reflorestamento e combate às queimadas.

Na sequência à priorização dos desafios, a elaboração da primeira versão do PAC seguiu a metodologia de planejamento 5W2H mesclada com a metodologia café mundial (*world café*), dando oportunidade a todos os presentes para contribuir com suas indicações. O resultado foi uma matriz com diversas proposições de ações, motivações e atores chaves a serem envolvidos em relação aos desafios. Trata-se de um produto muito relevante e estratégico, pois traz perspectivas diferenciadas dos participantes da oficina que convergem para a promoção da sustentabilidade da bacia escola.

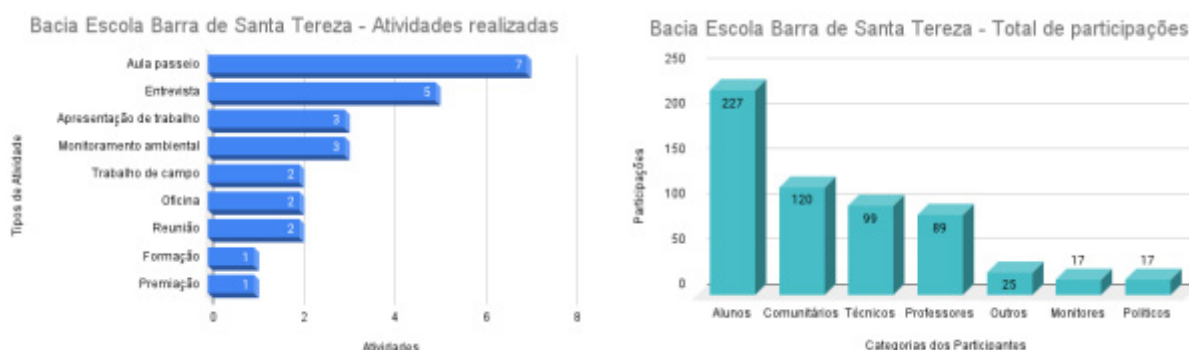
Visando estruturar a governança sobre o território da bacia escola e o PAC recém-elaborado, de forma similar ao realizado em Angra dos Reis, buscou-se consolidar um NCS. Este NCS busca viabilizar um espaço democrático, comunitário, permanente com múltiplas visões sobre o território da bacia escola. O diferencial no NCS de Bom Jardim foi instituí-lo de maneira formal e institucional no âmbito do Conselho Municipal de Meio Ambiente e Proteção Animal (COMMAPA), uma vez que a Secretaria Municipal de Meio Ambiente foi parceira desde o início do processo de transposição da tecnologia social para o território bonjardinense, visando dar maior perenidade à gestão ambiental participativa e pelo fato da gestão territorial estar no escopo da secretaria.

Em fevereiro de 2024 foi aprovado no COMMAPA a criação da “Comissão Permanente – Bacia Es-

cola da Barra de Santa Tereza”, composta de forma paritária entre representantes da AMPRBST e COMMAPA, além do IEAR/UFF como instituição convidada. Almeja-se iniciar os trabalhos desta comissão ainda no mês de março com pautas afins ao PAC, às atividades de educação ambiental e estratégias para captação e aplicação de recursos na bacia escola.

Na figura 05 é possível observar que desde 2023 foram realizadas mais de duas dezenas de atividades relacionadas à Bacia Escola da Barra de Santa Tereza envolvendo mais de 500 participações. Além das aulas passeios e trabalhos de campo mencionados anteriormente, destacam-se as entrevistas realizadas em rádios locais e podcasts, que amplificaram a divulgação do programa. Foram realizadas também três atividades de monitoramento da qualidade da água em diferentes pontos de amostragem na bacia hidrográfica e três apresentações sobre o programa em eventos de cunho técnico-científico.

Figura 05 – Atividades e participações na Bacia Escola da Barra de Santa Tereza (RH-VII) a partir de 2023.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como observado, a possibilidade de transposição da bacia escola da RH-I (Baía da Ilha Grande) para a RH-VII (Rio Dois Rios) mostrou-se como uma janela de oportunidade para demonstrar a capacidade de reaplicação da tecnologia social para um contexto social e natural completamente distinto do estado do Rio de Janeiro, reforçando assim seu caráter escalável para outros espaços do estado do Rio de Janeiro. Espera-se que outras comunidades, municípios e Comitês de Bacias Hidrográficas (CBHs) se interessem e repliquem esta tecnologia social em seus territórios em busca da sustentabilidade e resiliência a desastres com participação popular.

A iniciação do processo de implantação através de uma ação formativa mostrou-se extremamente bem-sucedida e estratégica, pois contribuiu com a formação e mobilização de múltiplos atores que ao longo do processo mostram-se como elementos chaves da promoção da sustentabilidade da Bacia Escola. Esta formação inicial vem sendo complementada pela participação destes mesmos atores nas atividades de educação ambiental formal (aulas passeios e trabalhos de campo) e informal realizada por meio das oficinas diagnósticas e de elaboração do PAC. Com a constituição do NCS na figura da “Comissão Permanente – Bacia Escola da Barra de Santa Tereza” este processo formativo certamente será continuado, assim como ocorre no município de Angra dos Reis, pois vem sendo desenhada para se tornar uma instância de governança participativa, representativa, popular e democrática do território estratégico da Bacia Escola da Barra de Santa Tereza.

Por fim, cabe destacar que seria inconcebível e contraditório iniciar a implantação de qualquer bacia escola, com base na definição de Sato *et al.* (2023), sem uma estreita relação com a(s) comunidade(s) abrangidas pela bacia hidrográfica em questão. Para configurá-la como uma tecnologia social, este tipo de interação é condição *sine qua non* para potencializar os efeitos socioambientais positivos sobre

o território. No caso da Bacia Escola da Barra de Santa Tereza estes efeitos positivos são percebidos tanto em melhorias concretas como abstratas.

Como melhorias concretas podem ser citadas a melhoria da infraestrutura da principal captação de água, instalação de coletores de lixo e resíduos recicláveis, permanentes manutenções nas estradas não pavimentadas, aumento da frequência e abrangência da coleta de lixo, realização de reflorestamentos, criação de um roteiro de turismo pedagógico, projetos de bioconstrução, etc. Como efeitos abstratos, mas não menos importantes, está a valorização dos saberes populares e da mobilização da comunidade local, a divulgação da tecnologia social como uma boa prática a ser adotada por outras comunidades e territórios e o fato de progressivamente a bacia escola ser reconhecida como uma “sala de aula a céu” aberto para alunos, professores, técnicos, membros de CBHs e comunitários.

Referências Bibliográficas

SATO, A.M.; TRAJBER, R.; OLIVATO, D.; MARTINS, H.; ANDRADE, M.R.M.; CABRAL, J.M.; SILVA, T.M.O.; RIBEIRO NETO, L.G.; SÁ, L.D. Bacia Escola: tecnologia social de promoção da sustentabilidade, resiliência a desastres e do ensino-pesquisa-extensão. In: **Agroecologia, direitos humanos e políticas públicas**, p. 151-184, 2023.

FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL. **Portal BB: Prêmio Fundação BB de Tecnologia Social**. 2023. Disponível em: <https://www.bb.com.br/site/tecnologiasocial/>. Acessado em 23/02/24.

CBH BIG. **Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica da Baía da Ilha Grande – Relatório Síntese do Plano**, 2020. Disponível em: <https://www.cbhbig.org.br/plano-de-recursos-hidricos>. Acessado em 23/02/24.

BOM JARDIM. [Decreto nº. 4.509/2023] **Aprova os estudos técnicos e plano para universalização dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário no perímetro urbano do Município de Bom Jardim, nos termos da Lei Federal nº 11.445/2007 e da Lei Federal nº 14.026/2020**.

INEA. **Atlas dos mananciais de abastecimento público do Estado do Rio de Janeiro: subsídios ao planejamento e ordenamento territorial**. 2. ed., Rio de Janeiro, 2023. 544 p.

BACIA ESCOLA DO RETIRO. **Inscrição de Interessados no NCS**. 2018. Disponível em: <http://www.baciaescola.eco.br/2018/09/teste.html>. Acesso em: 02/03/2024.

BACIA ESCOLA DO RETIRO. **Prefeitura de Bom Jardim/RJ conhece a tecnologia social Bacia Escola**. 2022. Disponível em: <http://www.baciaescola.eco.br/2022/10/prefeitura-de-bom-jardimrj-conhece.html>. Acesso em: 02/03/2024.

GIACOMEL, F.G.; BECKER, I.O.; ZIMMERMANN, H.C.; MONTEIRO, L.R.; VANELLI, F.M. Desenvolvimento de bacias-escola no Brasil. In: **Anais do XXIV SBRH- - Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, Belo Horizonte, 2021. 10p.

GONÇALVES, A.C.S. **Bacia Escola: educação ambiental em espaços não escolares**. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Ciências Biológicas - Consórcio CEDERJ) - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Orientador: Anderson Mululo Sato. 2019.

USO DA FERRAMENTA INVEST NA PRIORIZAÇÃO DE SUB-BACIAS PARA REDUÇÃO DA PERDA DE SOLO EM NOVA IGUAÇU – RJ

Yasmin Aleixo Ribeiro¹; Claudia Moster²

¹Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, e-mail: yasminaleixoufrj@gmail.com

²Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, e-mail: claudiamoster@ufrj.br

RESUMO

O presente trabalho objetivou utilizar a ferramenta computacional InVEST, um software que possui módulos capazes de estimar diversos serviços ecossistêmicos, para estimar a perda de sedimentos nas sub-bacias hidrográficas do município de Nova Iguaçu, localizado na região metropolitana do Rio de Janeiro. Um dos módulos do InVEST é o módulo para estimar a perda de solos (Sediment Delivery Ratio), que baseia-se na Equação Universal de Perda de Solo. Assim, os dados de entrada utilizados foram: uso e cobertura do solo, erodibilidade do solo, erosividade das chuvas, modelo digital de elevação do terreno, shapefile das sub-bacias hidrográficas do município e a tabela biofísica. Os resultados demonstram que as sub-bacias Rio Abel e a Sub-Bacia do Rio Botas, responsáveis por 18,67% e 12,64% da área total, respectivamente, são responsáveis pela perda de 30% dos sedimentos totais de Nova Iguaçu. Dessa forma, a ferramenta InVEST facilitou a priorização de áreas para intervenções visando a redução da perda de solos.

Palavras-chave: erosão, modelagem, serviços ecossistêmicos

INTRODUÇÃO

O bioma Mata Atlântica é o único presente no estado do Rio de Janeiro, e se estende ao longo da faixa litorânea do país. A grande problemática que o envolve, segundo Almeida (2016), está relacionada ao seu longo processo de desmatamento e fragmentação da paisagem. Processo que ocorre desde o descobrimento do Brasil até os dias atuais, e que foi marcado pelos diversos ciclos econômicos (pau-brasil, cana-de-açúcar, mineração, café e pecuária, agricultura de commodities).

De acordo com a Fundação SOS Mata Atlântica e INPE (2021), restam apenas 12,4% de remanescentes de vegetação nativa acima de três hectares de todo o bioma, e as constantes perdas de vegetação por conta do desmatamento colocam o bioma no grau elevado de ameaça e risco. Isto salienta a crescente necessidade de conservação e recuperação das áreas que foram degradadas.

Essa necessidade resultou na criação de diversos instrumentos políticos que buscam alcançar este objetivo. A nível federal, existe a Lei nº 11.428/2006 (BRASIL, 2006), regulamentada pelo Decreto nº 6.660/2008 que possui um papel importante no que diz respeito a utilização e proteção da vegetação nativa. Em seu Art. 38, ela institui que os municípios devem elaborar um Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica (BRASIL, 2008).

O município de Nova Iguaçu, localizado na Região Metropolitana do Rio de Janeiro, é uma das muitas cidades inseridas no bioma Mata Atlântica. O Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica da cidade foi elaborado por meio do Projeto Biodiversidade e Mudanças Climáticas na Mata Atlântica, coordenado pelo Ministério do Meio Ambiente. A abordagem principal adotada pelo projeto foi a de Adaptação baseada em Ecossistemas ou AbE (GIZ, 2020b).

A AbE pode ser definida como a utilização dos serviços ecossistêmicos, bem como da diversidade, como uma forma de auxiliar a sociedade no processo de adaptação às mudanças do clima (CONVENTION OF BIOLOGICAL DIVERSITY, 2009).

Atualmente, discute-se muito sobre a importância dos serviços ecossistêmicos, inclusive a sua valoração. Os serviços ecossistêmicos, de acordo com Costanza et. al. (1997), podem ser definidos como sendo tudo o que nós, como sociedade, desfrutamos dos benefícios fornecidos pelos ecossistemas naturais, sejam benefícios obtidos tanto de forma direta, como indiretamente.

O Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica do município de Nova Iguaçu possui seis objetivos gerais. O terceiro objetivo consiste em reduzir processos erosivos nas encostas do Maciço do Mendanha fortalecendo a proteção do ecossistema. Sendo assim, esse objetivo está previsto para ser alcançado por meio de duas estratégias: promover a adubação das encostas e promover práticas de conservação do solo. Cada estratégia possui ações associadas (NOVA IGUAÇU, 2020).

Uma ferramenta que pode ser utilizada para auxiliar no planejamento para o alcance desse objetivo é a modelagem de serviços ecossistêmicos. Existem diversas ferramentas que podem ser utilizadas para tal função, uma delas é o software InVEST. Este programa é formado por um conjunto de módulos que são capazes de realizar o mapeamento e a valoração de bens e serviços dos ecossistemas, além de ser um software livre de código aberto (Sharp *et al.*, 2020).

O InVEST possui módulos que possibilitam realizar diversos tipos de avaliações sobre avaliação dos serviços ambientais. Um destes módulos é o InVEST SDR (Sediment Delivery Ratio) que é capaz de mapear a perda de solo (Sharp *et al.*, 2020). Esta funcionalidade pode auxiliar em ações de conservação e recuperação, no que diz respeito a reduzir processos erosivos, o que converge com o objetivo três do PMMA de Nova Iguaçu.

Com isso, este trabalho objetivou utilizar o módulo SDR do software InVEST para estimar a perda de solo nas sub-bacias do município de Nova Iguaçu, visando priorizá-las para execução de ações para contenção e redução dos processos erosivos.

METODOLOGIA

Neste trabalho utilizou-se o módulo de taxa de exportação de sedimentos (Sediment Delivery Ratio - SDR), na versão 3.14.1 com o objetivo de identificar, nas sub-bacias hidrográficas do município de Nova Iguaçu, o percentual da perda de solo. Para realizar esta estimativa, o software baseia-se em um modelo matemático baseado na Equação Universal de Perda de Solo (Universal Soil Loss Equation - USLE) (Equação 1).

Equação 1.

$$USLE = R \times K \times L \times S \times C \times P.$$

Onde:

R é a erosividade das chuvas (unidades: MJ · mm/(h · ha · ano));

L é a erodibilidade do solo (unidades: t · h · ha / (ha · MJ · mm));

LS é um fator gradiente de comprimento de inclinação (sem unidade);

C é um fator de gerenciamento de cobertura (sem unidade); e

P é um fator de prática de apoio (sem unidade).

Para os dados de entrada, o módulo exige um raster do modelo digital de elevação do terreno (MDE). Este dado foi obtido por meio da plataforma Alaska Satellite Facility, fornecida pela Agência de Exploração Aeroespacial Japonesa (JAXA), do satélite ALOS, sensor PALSAR e possui uma resolução de 12,5 metros.

O shapefile das sub-bacias hidrográficas do município de Nova Iguaçu foi obtido através do banco de dados da Secretaria de Agricultura e Meio Ambiente do município (SEMAM/NI). O raster de uso e cobertura do solo foi obtido pela plataforma MapBiomias, a partir da coleção 8 sobre uso e ocupação do solo. A área do município, de acordo com a classificação do MapBiomias, possui 12 classes de uso do solo, porém foi simplificado para 5 classes: floresta, agricultura, água, rocha exposta, e área construída. Foram utilizados os valores das variáveis “C” e “P” na confecção da tabela biofísica para uso do InVEST SDR, apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Tabela biofísica para o módulo InVEST SDR com os dados de C e P para cada classe de uso e cobertura do solo.

Classe de Uso e	C	P
Floresta	0,03	1
Agricultura	0,35	1
Água	0	1
Rocha Exposta	0,99	1
Área Construída	0,99	1

A erodibilidade e a erosividade foram obtidas do Centro Europeu de Dados do Solo (ESDAC), o raster possui resolução de 25 km. Ambos os arquivos foram refinados e recortados para a área de interesse antes de serem inseridos no software. Além disso, todos os arquivos de entrada utilizados para a modelagem foram processados no Quantum GIS na versão 3.16.16-Hannover antes de serem utilizados pelo InVEST.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 apresenta o resultado espacializado da perda de sedimentos, considerando uma distribuição percentil de 10 classes, para identificar a localização das áreas com maior necessidade de redução e controle dos processos erosivos. Na Tabela 2 são apresentados os valores obtidos para cada sub-bacia, e a área correspondente.

Figura 1. Mapa da perda de solo nas sub-bacias hidrográficas do município de Nova Iguaçu.

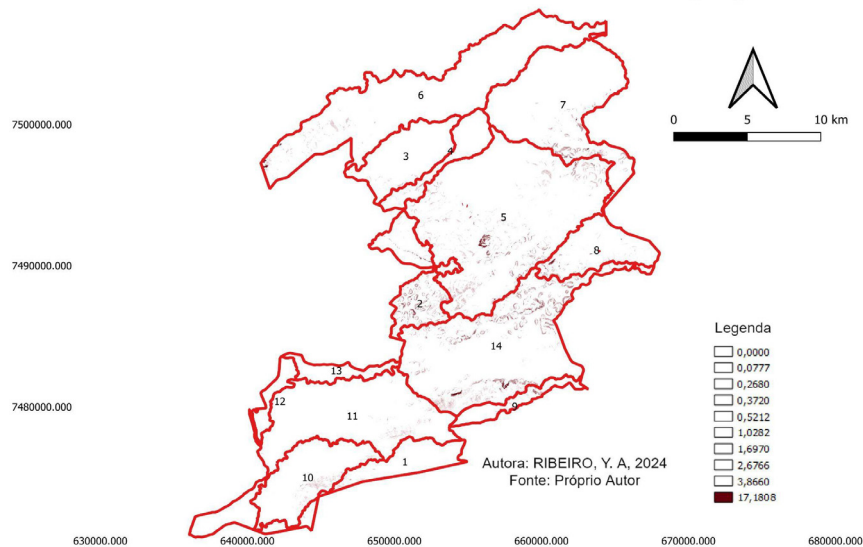
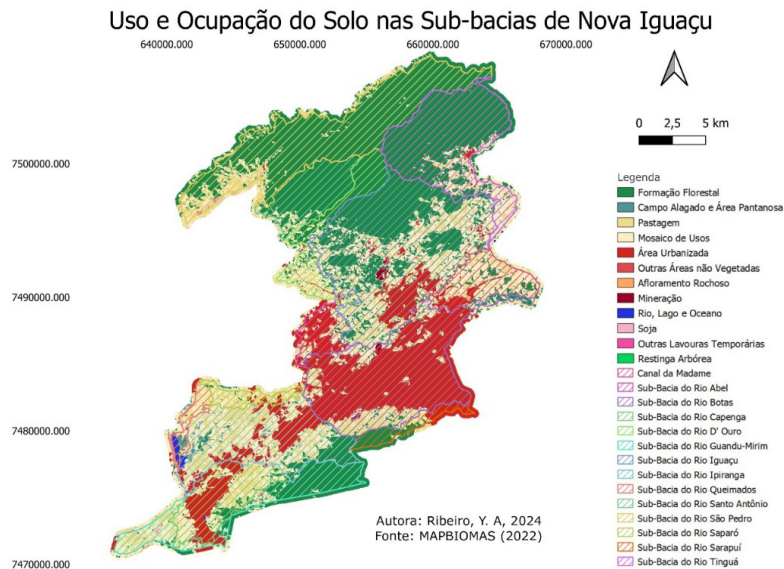


Tabela 2. Perda de solo nas sub-bacias do município de Nova Iguaçu.

Código	Sub-bacia	Área (ha)	Área (%)	Perda de solo (ton/ha/ano)	Perda de solo (%)
1	Sub-Bacia do Rio Guandu-Mirim	2562,96	4,92	30,63	2,97
2	Sub-Bacia do Rio Abel	1180,79	2,26	192,85	18,67
3	Sub-Bacia do Rio Santo Antônio	2284,86	4,38	29,03	2,81
4	Sub-Bacia do Rio D' Ouro	2196,46	4,21	70,60	6,83
5	Sub-Bacia do Rio Iguaçu	10540,01	20,22	83,04	8,04
6	Sub-Bacia do Rio São Pedro	7671,97	14,72	34,63	3,35
7	Sub-Bacia do Rio Tinguá	5681,59	10,90	45,06	4,36
8	Canal da Madame	2017,27	3,87	103,66	10,03
9	Sub-Bacia do Rio Sarapuí	764,65	1,47	80,18	7,76
10	Sub-Bacia do Rio Capenga	2745,11	5,27	67,52	6,54
11	Sub-Bacia do Rio Ipiranga	5445,97	10,45	54,16	5,24
12	Sub-Bacia do Rio Queimados	570,04	1,09	41,84	4,05
13	Sub-Bacia do Rio Sapará	714,67	1,37	69,26	6,70
14	Sub-Bacia do Rio Botas	7760,51	14,88	130,54	12,64

Figura 2. Mapa de uso e cobertura do solo das sub-bacias hidrográficas de Nova Iguaçu.



A partir dos resultados do cálculo da USLE total para cada sub-bacia hidrográfica do município, pode-se observar que as sub-bacias que mais contribuem para a perda de sedimentos são a Sub-Bacia do Rio Abel, contribuindo com aproximadamente 20% da perda de sedimentos total do município, seguida pela Sub-Bacia do Rio Botas, com cerca de 12%, e a Sub-Bacia do Canal da Madame com 10%. Por outro lado, as sub-bacias com menor perda de sedimentos são a Sub-Bacia do Rio Guandu-Mirim e do Rio Santo Antônio, cada uma contribuindo com menos de 3%.

Além disso, cabe ressaltar que, como pode ser observado na figura 2, a área das sub-bacias onde há maior perda de solo, predominantemente, o uso do solo é de ocupação urbana. Enquanto nas sub-bacias onde há menor perda de solo, o uso do solo que predomina são as formações florestais.

Segundo Silva *et al.* (2017), classes de uso do solo como as áreas de vegetação nativa, o que seria equivalente à classe de floresta, são mais abundantes nas regiões onde há menor perda de solo. Dessa forma, fica explícito o quanto o uso e cobertura da terra influenciam no potencial de perda de solo.

De acordo com o Pruski (2009b), o tamanho da área de cobertura vegetal do solo é inversamente proporcional à propensão deste solo à ocorrência de erosão. Ou seja, quanto mais preservada é a cobertura vegetal, a superfície do solo vai estar mais protegida da ação da chuva, logo, ocorre uma menor erosão. Isso porque há maior infiltração de água, menor impacto das gotas de chuva, diminuindo a destruição dos agregados e a obstrução dos poros e o selamento superficial do solo.

Segundo Rodrigues *et al.* (2021), no planejamento territorial é de suma essencial compreender que a mudança no uso do solo pode trazer diversos benefícios relacionados aos serviços ecossistêmicos, essa mudança pode ser feita através da adoção de técnicas para a restauração florestal e também da adoção de práticas conservacionistas do solo.

De acordo com Saballo (2023), existem algumas limitações atreladas ao módulo Sediment Delivery Ratio do InVEST, a principal delas é que a estimativa de perda de solo obtida através da Equação Universal de Perda de Solo refere-se principalmente à erosão laminar, no entanto, a perda de solo também pode estar ocorrendo por meio de outros processos erosivos. Além disso, existe uma escassez de dados para determinadas áreas específicas, sendo necessário realizar generalizações.

CONCLUSÕES

Pode-se concluir que as sub-bacias hidrográficas que mais necessitam atenção no que tange às ações de redução da erosão, previstas no Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica, são as Sub-bacias do Rio Abel, do Rio Botas e do Canal da Madame. Tendo em vista que o uso e cobertura do solo em grande parte da área dessas sub-bacias, unidas, é ocupação urbana, isso ressalta a importância de se conter o avanço urbano nessas áreas e a conservação das áreas naturais.

Agradecimentos

Agradeço à Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, ao Laboratório de Manejo de Bacias Hidrográficas UFRRJ, à Secretaria Municipal de Agricultura e Meio Ambiente do Município de Nova Iguaçu e ao Fundo Municipal de Meio Ambiente do Município de Nova Iguaçu.

Referências Bibliográficas

ALMEIDA, DS. Floresta Atlântica. In: Recuperação ambiental da Mata Atlântica [online]. 3rd ed. rev. and enl. Ilhéus, BA: Editus, 2016, pp. 42-46. ISBN 978-85-7455-440-2. Available from SciELO Books.

Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica: período 2019/2020, relatório técnico / Fundação SOS Mata Atlântica / Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. – São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica, 2021.

BRASIL. Decreto nº 6.660, de 21 de novembro de 2008. Regulamenta dispositivos da Lei no 11.428, de 22 de dezembro de 2006, que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Poder Executivo, Brasília, 2008. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Decreto/D6660.htm>. Acesso em: 15 de mar. de 2024.

BRASIL. Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Poder Executivo, Brasília, 2006. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/l11428.htm>. Acesso em: 15 de mar. de 2024.

CONVENTION OF BIOLOGICAL DIVERSITY. Connecting Biodiversity and Climate Change Mitigation and Adaptation: Report of the Second Ad Hoc Technical Expert Group on Biodiversity and Climate Change. CBD Technical Series, 41. Montreal, Canadá, 2009.

Costanza, R., D'arge, R., DE Groot, R.S., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R.V., Paruelo, J., Raskin, R.G., Sutton, P., Van Den Belt, M., 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387 (15 de maio), 253-260.

GIZ. Biodiversidade e Mudanças Climáticas na Mata Atlântica. Descrição sucinta do projeto. 2020b. Disponível em: <https://www.giz.de/en/worldwide/40153.html>. Acesso em: 15 de mar. de 2024.

NOVA IGUAÇU (RJ). Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica de Nova Iguaçu. Conselho Municipal de Meio Ambiente. Nova Iguaçu, 2020.

SHARP, R.; TALLIS, H. T.; RICKETTS, T.; GUERRY, A. D.; WOOD, S. A.; CHAPLIN-KRAMER, R.; NELSON, E.; ENNAANAY, D.; WOLNY, S.; OLWERO, N.; VIGERSTOL, K.; PENNINGTON, D.; MENDOZA, G.; AUKEMA, J.; FOSTER, J.; FORREST, J.; CAMERON, D.; ARKEMA, K.; LONSDORF, E.; KENNEDY, C.; VERUTES, G.; KIM, C. K.; GUANNEL, G.; PAPENFUS, M.; TOFT, J.; MARSIK, M.; BERNHARDT, J.; GRIFFIN, R.; GLOWINSKI, K.; CHAUMONT, N.; PERELMAN, A.; LACAYO, M. MANDLE, L.; HAMEL, P.; VOGL, A. L.; ROGERS, L.; BIERBOWER, W.; DENU, D.; DOUGLASS, J. InVEST User's Guide. Natural Capital Project, Stanford University, University of Minnesota, The Nature Conservancy, and World Wildlife Fund, 2020. 308 p.

SILVA, Renata Bernardo da *et al.* Avaliação da perda de solos na Microbacia Hidrográfica Lajeado dos Frágosos–Município de Concórdia–SC. 2017.

SABALLO, H. L.; ZAKIA, M. J. B.; PRADO, M. F.; GOMES, A. N.; RODRIGUES, C. B. Estratégias land sharing - sparing no planejamento territorial da bacia hidrográfica do rio Saltinho - Imbaú/PR. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 33, n. 4, e71869, p. 1-23, 2023. DOI 10.5902/1980509871869. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/1980509871869>. Acesso em: 04 de abr. 2024.

STANFORD UNIVERSITY. Natural Capital Project: InVEST models. Disponível em: <https://naturalcapitalproject.stanford.edu/software/invest>. Acesso em: 15 de mar. de 2024.

PRUSKI, F. F. Fatores que interferem na erosão hídrica do solo. In: PRUSKI, F. F. (Ed). *Conservação*

de solo e água: práticas mecânicas para o controle da erosão hídrica. 2. ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2009.

RIBEIRO, M. C. *et al.* The Brazilian Atlantic Forest: a shrinking biodiversity hotspot. In: ZACHOS, F. E.; HABEL, J. C. (Ed.). Biodiversity hotspots: distribution and protection of conservation priority areas. Heidelberg: Springer, 2011. p. 234-243.

RODRIGUES, G. *et al.* Estimativa preliminar da exportação de sedimentos na bacia hidrográfica do Rio Iquiri (Ituxi) em Acrelândia-AC por meio do software Invest, 2021. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1134200/1/5953.pdf>. Acesso em: 15 de mar. de 2024.

USO DO SISTEMA DE INFORMAÇÕES DO COMITÊ PIABANHA PARA DIVULGAÇÃO DOS DADOS DE MONITORAMENTO

Erika Cortines¹, Rafaela dos Santos Facchetti Vinhaes de Assunção¹, Julieta Laudelina de Paiva¹, Cláudia Karina Wilberg de Castro Costa¹, Laize Rafaelle Aguiar dos Santos¹, André Dantas Martins¹

¹ Diretório Colegiado do Comitê Piabanha. *ecortines@gmail.com

RESUMO

A Política Nacional de Recursos Hídricos define como um de seus instrumentos o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos que é um sistema de coleta, tratamento, armazenamento e recuperação de informações sobre recursos hídricos e fatores intervenientes em sua gestão. Este instrumento se mostra extremamente relevante para unificar a base de dados e disponibilizar as informações com transparência aos gestores de recursos hídricos. O objetivo deste trabalho foi de utilizar a ferramenta do sistema de informações do Comitê Piabanha (*SigaWeb*-Piabanha) para divulgação dos dados geoespaciais do comitê e também dos dados quali-quantitativos sobre qualidade das águas da Região Hidrográfica Piabanha (RHIV). O *SigaWeb*-Piabanha foi criado a partir de uma contratação do Comitê e vêm sendo alimentado pela equipe da Secretaria executiva, sendo possível atualização de dados relevantes como os dados de monitoramento, foco deste trabalho. A contratação mais recente de monitoramento na RH-IV já disponibilizou 3 relatórios de coletas realizadas em 74 pontos de monitoramento da RHIV. Estão sendo coletados 17 parâmetros físico-químicos em cada ponto e a vazão vem sendo coletada sazonalmente (2 coletas ao ano). O monitoramento da qualidade e quantidade de água representa um dos primeiros passos para entendimento da qualidade atual e definição das metas de qualidade a serem atingidas no enquadramento, que também é uma das ações previstas para 2024 deste comitê. Conclui-se que a publicidade dos dados de monitoramento se torna fundamental para uma análise mais acurada dos resultados quali-quantitativos da água e para a definição das estratégias de atuação do Comitê.

Palavras-chave: bacia hidrográfica; planejamento e gestão; instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos.

INTRODUÇÃO

A importância da água para diversas formas de vida da Terra é amplamente conhecida, além de ser indispensável para inúmeros processos físicos, químicos e biológicos. Naturalmente, a água apresenta características variáveis em função das condições de origem, sendo sua disponibilidade fundamental para o desenvolvimento econômico e qualidade de vida das populações humanas (TUNDISI, 2003; BUZELLI & CUNHA-SANTINO, 2013). No entanto, pode-se constatar uma ausência de informações sobre as formas de apropriação dos recursos hídricos pela população brasileira (ANA, 2007).

Atualmente, é bem conhecida a exploração da água para diferentes finalidades. Com o crescimento populacional e desenvolvimento urbano, os usos da água se diversificaram, porém, não são acompanhados de estratégias de conservação. A exploração acontece de forma não sustentável, comprometendo seus usos por gerações futuras (SIQUEIRA *et al.*, 2012). A diversificação dos usos múltiplos, a destruição de áreas alagadas, a supressão de matas ciliares, a poluição e a contaminação dos corpos hídricos por resíduos líquidos e sólidos, têm ocasionado perda da qualidade e da disponibilidade da água (TUNDISI, 2003).

Ao passo que a degradação ambiental se intensifica afetando a disponibilidade de água e comprometendo a qualidade dos corpos hídricos, a gestão integrada de bacias hidrográficas assume uma importância cada vez maior, descentralizando as ações e permitindo que os diversos usuários se organizem, objetivando

o uso sustentável deste recurso natural. Sendo assim, os princípios da gestão ambiental constituem-se em ferramentas indispensáveis para a elaboração de planos e estratégias de manejo que visem a conservação e recuperação de recursos hídricos naturais e degradados (ANA, 2013).

Neste contexto, há uma crescente necessidade de identificar e solucionar os problemas ocasionados pela exploração da água para garantir à presente e futuras gerações a essencial disponibilidade deste recurso natural, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos. Para tal, é fundamental instituir instrumentos de planejamento para a gestão das águas, pois são importantes ferramentas na prevenção e solução de problemas relacionados aos recursos hídricos (ANA, 2013, COSTA *et al.*, 2019).

A Política Nacional de Recursos Hídricos define como um de seus instrumentos o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos que é um sistema de coleta, tratamento, armazenamento e recuperação de informações sobre recursos hídricos e fatores intervenientes em sua gestão. Este instrumento se mostra extremamente relevante para unificar a base de dados e disponibilizar as informações com transparência aos gestores de recursos hídricos.

Quando se pensa no aprimoramento da gestão integrada dos recursos hídricos, é necessária a participação de representantes da sociedade, governo e usuários. Dessa forma, foram criados os Comitês de Bacia Hidrográfica (CBH's), que fazem parte do Sistema Nacional de Gestão dos Recursos Hídricos, e compartilham responsabilidades com o poder público. É por meio de discussões e negociações democráticas que os comitês avaliam os reais e diferentes interesses sobre os usos das águas das bacias hidrográficas (BRASIL, 1997; KNAESEL *et al.*, 2020). Ter dados ambientais disponíveis de forma pública, auxilia no planejamento e definição dos interesses e prioridades referentes aos usos da água.

Das bacias formadoras do Rio Paraíba do Sul, a Bacia Hidrográfica Piabanha é a que apresenta a maior cobertura florestal, com mais de 20% da bacia coberta por remanescentes de Mata Atlântica (ROSÁRIO, 2013). Entretanto, a Região Hidrográfica IV sofreu e vem sofrendo uma expressiva redução da cobertura vegetal em função da expansão de áreas urbanas e agrícolas. Além disso, com o processo de urbanização na bacia e, conseqüentemente, poluição difusa originada por esses adensamentos populacionais e agricultura, a qualidade das águas tem se deteriorado ao longo dos anos. Dentro dessa conjuntura, se mostra pertinente monitorar a qualidade ambiental desses sistemas com o intuito de subsidiar as ações do Comitê, em especial o enquadramento, que é um importante instrumento da PNRH (BRASIL, 1997). Neste sentido a base de dados do Sistema de Informações Geográficas se torna fundamental para realizar as análises do território e realizar o planejamento e a implementação do Plano de Bacias Hidrográficas. Para o estabelecimento de uma meta ou objetivo de qualidade da água a ser alcançado, é necessário ter conhecimento da condição atual de determinado corpo hídrico (ANA, 2013, KNAESEL *et al.*, 2020). Para tal, este trabalho teve como objetivo utilizar a ferramenta do sistema de informações geográficas do Comitê Piabanha (*SigaWeb-Piabanha*) para divulgação dos dados geoespaciais do comitê e também dos dados sobre qualidade e quantidade de águas superficiais da Região Hidrográfica Piabanha (RHIV).

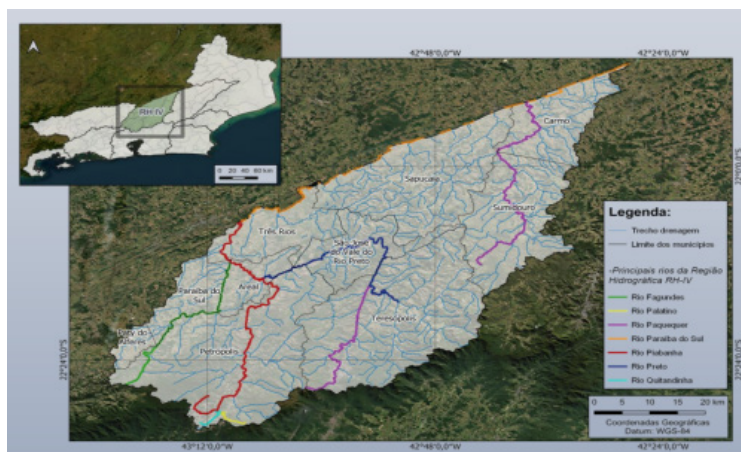
MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A Região Hidrográfica Piabanha - RHIV apresenta uma área de drenagem de 3.460 km², sendo composta pela bacia hidrográfica do rio Piabanha e pelas sub-bacias dos rios Paquequer e rio Preto. Os municípios que compõem essa região hidrográfica são: Areal, São José do Vale do Rio Preto, Sapucaia, Sumidouro e Teresópolis. Além desses, a região também é composta parcialmente pelos municípios de Carmo, Paraíba do Sul, Paty do Alferes, Petrópolis e Três Rios. O rio Piabanha, com 80 km de extensão, nasce na Serra do Mar a 1.546 metros de altitude, na Pedra do Retiro, em Petrópolis. Ele

corta três cidades em direção ao médio vale do rio Paraíba do Sul, sendo seu principal afluente o rio Preto, que possui 54 km de curso e drena os municípios de Teresópolis e São José do Vale do Rio Preto. Já a sub-bacia do rio Preto tem como principal afluente o rio Paquequer, que banha, em seu trecho inicial, o município de Teresópolis. Os municípios de Sumidouro e Carmo também possuem um Rio de mesmo nome, sendo o Rio Paquequer destes dois municípios, afluente do Rio Paraíba do Sul (Figura 1)

Figura 1. Configuração dos Rios da Região Hidrográfica Piabanha (RH - IV), sendo que os principais afluentes formam a Bacia do Rio Piabanha (Preto -Paquequer; Fagundes; Piabanha) e o Rio Paquequer (em Sumidouro e Carmo) é um afluente do Rio Paraíba do Sul, RJ.



Fonte: Oceanus, 2024.

METODOLOGIA

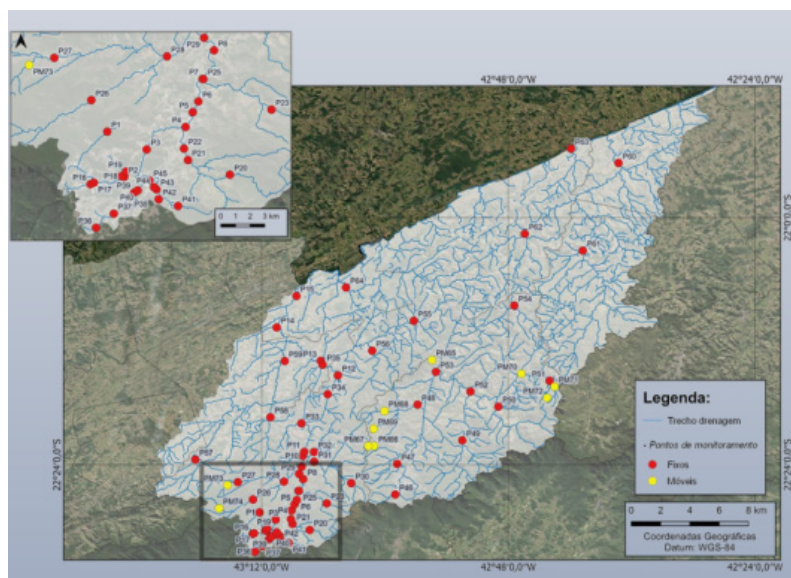
O Sistema Integrado de Gestão das Águas (SIGA) – Piabanha foi implementado no ano de 2021 e tem como objetivo principal auxiliar a tomada de decisão no processo de gestão através de um conjunto de soluções que subsidiem o monitoramento e acompanhamento dos dados das estações hidrológicas e meteorológicas, facilitem a criação e atualização de dados sobre as bacias e possibilite a divulgação de informações sobre a situação qualitativa e quantitativa dos recursos hídricos. O sistema é dividido nos módulos: Sala de Situação; Balanço Hídricos; Observatório; Publicações; Projetos e *SIGA Web* (foco deste trabalho). O *SIGA Web- Piabanha* pode ser acessado pelo link <https://sigaaguas.org.br/sigaweb/apps/piabanha/> onde se tem acesso a um banco de dados espaciais sobre a bacia.

Monitoramento das águas

O primeiro monitoramento na Região Hidrográfica do Piabanha foi realizado a partir de implantação de bacias experimentais do Projeto Estudos Integrados em Bacias Experimentais e Representativa da Região Serrana do Rio de Janeiro (EIBEX/MA) realizado pela então Companhia de Pesquisa em Recursos Minerais (CPRM - hoje Serviço Geológico do Brasil), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Neste projeto são monitoradas 3 microbacias experimentais: com usos Agrícolas; Urbano; e Áreas conservadas. Estes dados podem ser acessados pelo site <https://sgb.gov.br/publique/Hidrologia/Pesquisa-e-Inovacao/Mata-AtlanticaFluminense---Dados-6645.html>. Os monitoramentos realizados com recurso do CBH Piabanha aconteceram em 3 contratações distintas realizadas em 2019-2020 (calha do Piabanha); 2020-2021 (Calha + afluentes) e 2023 a 2025 (em andamento) em periodicidade trimestral. A primeira monitorou a calha do Rio Piabanha, a segunda ampliou o monitoramento para os principais afluentes com 30 pontos de amostragens e o terceiro, por conta do foco no enquadramento do alto curso do Rio Piabanha, ampliou para 74 pontos, sendo destes, 10 pontos móveis que são alocados

de acordo com as demandas (Figura 2).

Figura 2: Pontos de amostragem de qualidade e quantidade de água da terceira campanha de monitoramento contratada pelo Comitê Piabanha (em andamento 2023 a 2025).

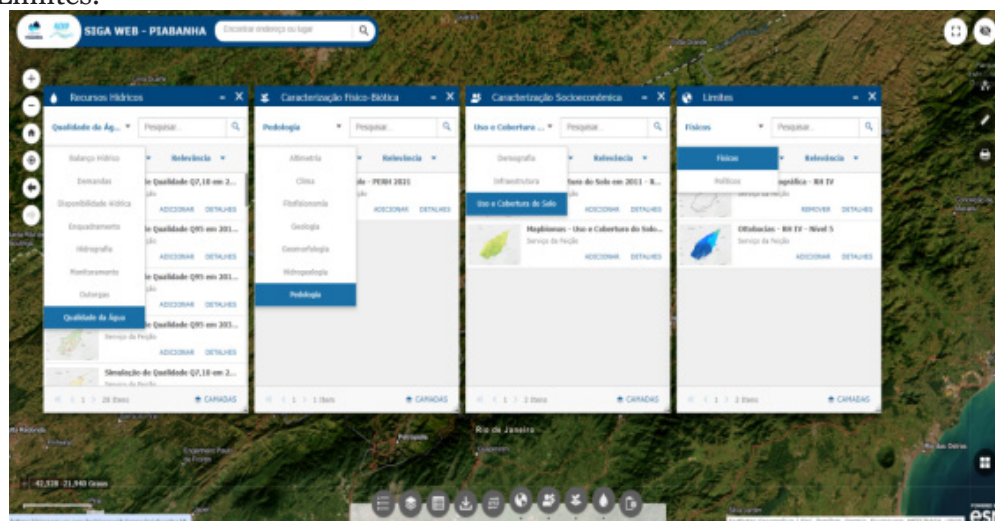


Fonte: Oceanus, 2024.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O *SiGAweb – Piabanha* apresenta uma plataforma de visualização dos dados de forma simples, em botões de acesso rápido separados pelos tópicos: Legendas, Lista de camadas, Tabela de atributos, *Downloads*, Conversão de Coordenadas, Limites, Caracterização Socioeconômica, Caracterização Físico-Biótica, Recursos Hídricos e Planejamento e Gestão. Em cada um há subdivisões com as camadas disponíveis como por exemplo, hidrografia, limites políticos e administrativos, Unidades de Conservação, Balanço Hídrico, Monitoramento, dentre outros (Figura 3).

Figura 3: Tela de acesso aos dados, com exemplos de algumas informações que podem ser visualizadas no *SIGAWeb-Piabanha*, nos módulos Recursos Hídricos, Caracterização Físico-Biótica, Socioeconômica e Limites.

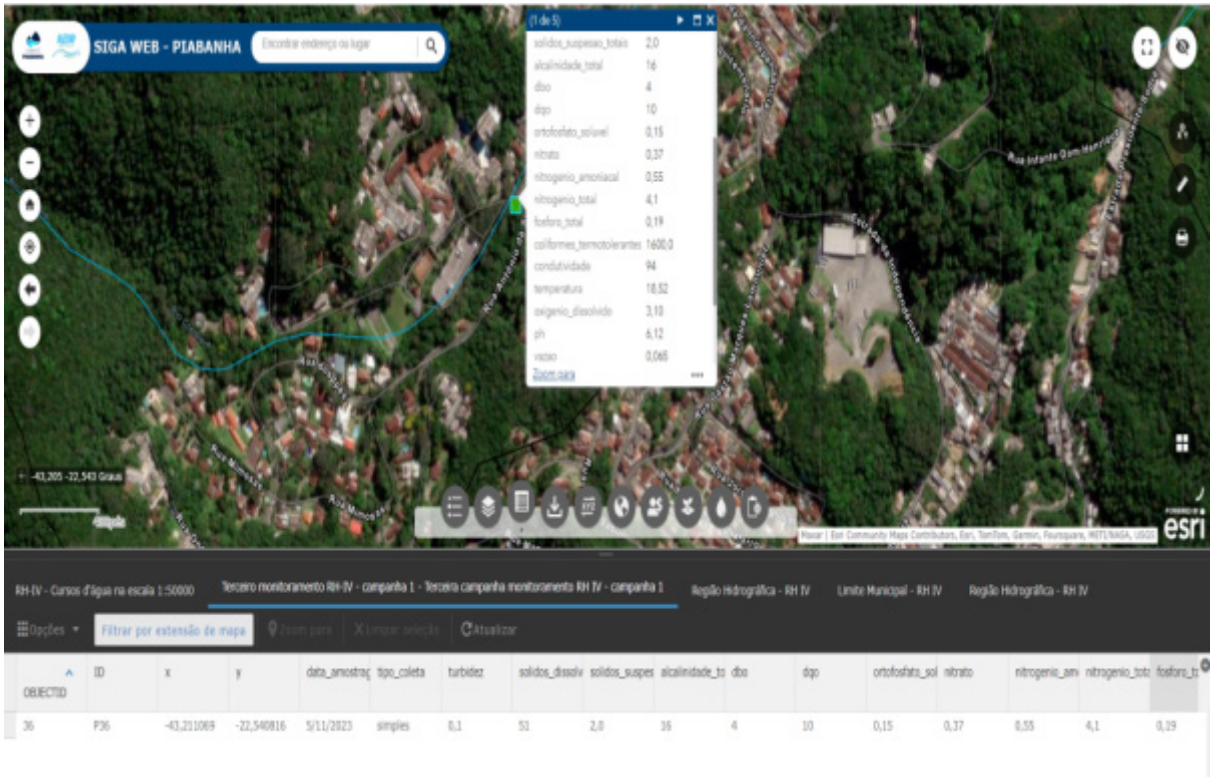


Fonte: *SigaWeb – Piabanha*, 2024.

Na parte de *download*, o usuário pode escolher entre as camadas (*layers*) disponibilizadas para visualização ou para baixar em formato ESRI *shapefile* (*.shp) ou *Google KML*. No *SigaWeb* o usuário tem acesso a dados gerados no plano de bacias, pesquisas científicas e contratações do comitê Piabanha de maneira rápida e intuitiva. Estes dados auxiliam nas decisões sobre gestão de recursos hídricos, o que facilita o dia a dia dos comitês, gestores públicos e público geral, amplia a base de conhecimento e divulgação dos dados da RH-IV.

Os dados de monitoramento foram inseridos no *SigaWeb* para as três últimas campanhas realizadas e podem ser acessados tanto pelos pontos de localização dos mesmos, quanto baixando a tabela de atributos destes pontos. Ao clicar sobre o ponto de interesse, é aberto uma lista com os valores medidos naquela respectiva campanha, sendo possível também abrir a tabela de atributos daquele ponto de forma concomitante (Figura 4).

Figura 4: Tela de acesso aos dados de monitoramento, onde clicando-se sobre o ponto desejado, é exibido a lista com os valores medidos para aquela campanha de monitoramento, sendo possível abrir a tabela de atributos daquele ponto de forma concomitante (dados exibidos na parte inferior da tela).
Fonte: *SigaWeb*-Piabanha, 2024.



A visualização dos dados a partir do *SigaWeb*-Piabanha é interessante para que se possa fazer um refinamento dos dados com relação ao uso do solo e interferências do entorno do ponto coletado. Dados estes que não são possíveis visualizar de forma direta em uma demonstração gráfica dos dados ou unicamente em uma tabela. Estas análises espaciais são importantes para a tomada de decisões e permitem um maior planejamento e inferências sobre as condições ambientais de cada ponto de amostragem. Em paralelo, é possível acessar os dados completos tanto no item Tabela de atributos, tanto o relatório pelo site do comitê no link <https://comitepiabanha.org.br/institucional/monitoramento/MTk3NA==//gestaorhiv>.

Santos (2013) enaltece a necessidade de se avaliar a qualidade da água superficial e relacioná-la à influência da contaminação ao longo do curso do rio por atividades industriais, agropecuárias, ex-

trativistas e a urbanização. Segundo a mesma autora, “Nas áreas onde as atividades potencialmente introdutoras de contaminantes se encontram instaladas, a avaliação da qualidade da água e sua relação com o uso e ocupação do solo auxiliam o estabelecimento de diretrizes e normas para o controle de contaminação, além de fornecer subsídios para ordenar o uso do solo quanto à instalação de novas atividades.”

Costa (2021) em seu estudo da Bacia do Rio Piabanha, indicou que a redução de cerca de 30% da carga poluidora no alto curso do Piabanha melhoraria consideravelmente a qualidade da água da bacia, trazendo benefícios para as áreas a jusante. Comparando os dados de monitoramento sistemático das estações fluviométricas do Instituto Estadual do Ambiente no Centro de Petrópolis (PBO02) no alto curso do rio e no baixo curso, próximo à foz do Rio Piabanha (PBO11) no município de Três Rios, Costa (2021) indicou uma violação dos parâmetros para Classe 2 de enquadramento (segundo a Resolução CONAMA 357/2005), sendo: Estação Petrópolis PBO02– Demanda Biológica de Oxigênio (DBO -mg/L) em 47% da medições; Fósforo Total (mg/L) 100%; Oxigênio Dissolvido (OD - mg/L) 65%; Coliformes (NMP/100ml) 100%; Estação Três Rios PBO11 - DBO (mg/L) em 12% das medições; Fósforo Total (mg/L) 100%; OD (mg/L) 6%; Coliformes (NMP/100ml) 47%.

O terceiro relatório de monitoramento também encontrou violação na sub-região Rio Piabanha para o parâmetro DBO com o maior percentual da RH-IV, onde 80% dos pontos amostrais apresentaram valores acima do limite de referência estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para Águas Doces, Classe 2 (5,0 mg/L). Para Coliformes e Oxigênio Dissolvido (OD) 87% dos pontos apresentaram violação para a Classe 2 e para DBO e Fósforo Total 80% dos pontos para o mesmo trecho do Piabanha (OCEANUS, 2023).

Estes dados ratificam a importância de uma análise minuciosa da paisagem e do uso do solo nestes trechos de maiores lançamentos de cargas poluidoras para que se possa traçar estratégias e pactuar com os empreendimentos e/ou agentes poluidores, uma melhoria da qualidade da água a partir do instrumento de enquadramento dos corpos hídricos. Segundo Costa (2021) o conhecimento regional e a articulação institucional são fatores estratégicos para o sucesso do projeto de Enquadramento. É necessário criar Grupos de Trabalho com Ministério Público, órgãos fiscalizadores, usuários de água, e o máximo de técnicos capacitados para que se possa chegar a uma melhoria concreta da qualidade das águas na bacia.

CONCLUSÕES

Conclui-se que o *SigaWeb – Piabanha* tem sido uma excelente ferramenta para dar publicidade aos dados de monitoramento da bacia e outros dados de uso de solo relevantes para realizar análises mais acuradas sobre a qualidade e quantidade de água em cada ponto de monitoramento, facilitando a gestão e planejamento das ações do Comitê Piabanha. O monitoramento qualiquantitativo das águas superficiais é um passo importante para iniciar as discussões sobre o enquadramento dos rios e trazer uma melhoria efetiva na qualidade da água, garantindo os usos preponderantes a serem pactuados com a sociedade.

Referências Bibliográficas

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. A evolução da gestão dos recursos hídricos no Brasil. Brasília: ANA. Panorama da qualidade das águas superficiais no Brasil. **Cadernos de Recursos Hídricos**.2005. 176p.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS **A História do Uso da Água no Brasil. Do Desco-**

brimento ao Século XX. Editora Athalaia.2007. 249p.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS **Planos de recursos hídricos e enquadramento dos corpos de água. Cadernos de Capacitação em Recursos Hídricos.** Brasília: ANA v. 5, 68p.2013. ISBN: 978-85-89629-96-6.

BRASIL **Estágio atual dos aspectos institucionais da gestão de recursos hídricos no Brasil. Política Nacional de Recursos Hídricos,** Brasília: Ministério do Meio Ambiente dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal / Secretaria Nacional dos Recursos Hídricos. 1:3-11. 1997.

BUZELLE, G. M.; CUNHA-SANTINO, M. B. Análise e diagnóstico da qualidade da água e estado trófico do reservatório de Barra Bonita, SP. **Revista Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science** v. 8, n. 1, pp.186-205. 2013 doi: 10.4136/ambi-água.930.

COSTA, D. A. **O enquadramento de recursos hídricos como estratégia para melhoria da qualidade da água: o caso do Rio Piabanha/RJ.** Tese Doutorado do Programa de Pós Graduação em Planejamento Estratégico, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: UFRJ/COOPE, 2021. 148p.

COSTA, D. A., FACCHETTI, R. S.; AZEVEDO, J. P. S.; SANTOS, M. A. Dos instrumentos de gestão de recursos hídricos – o Enquadramento – como ferramenta para reabilitação de rios. **Saúde debate** v. 43, n. 3, pp. 35-50. 2019. doi:10.1590/0103-11042019S303.

KNAESEL, K. M.; PINHEIRO, A.; VENZON, T.; KAUFMANN, V. Scenarios of water quality management in watershed with distributed spatio-temporal simulation. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos** v. 25, n. 20, pp.1-15. 2020. doi: 10.1590/2318-0331.252020190111.

OCEANUS **Monitoramento de Rios na Região Hidrográfica Piabanha (RH-IV) RELATÓRIO TÉCNICO** 1º Semestre Revisão 01 Outubro 2023.

ROSÁRIO, L. S. **Análise das áreas de proteção permanente com suporte de geotecnologias face a possíveis alterações no código florestal brasileiro - Estudo de caso: Bacia do Rio Piabanha/RJ.** UFRJ (Dissertação de mestrado em Engenharia Civil). 2013.

SANTOS, L. T. S. O. **Análise da qualidade da água superficial do rio Subaé- Bahia e influência do uso e ocupação do solo em seu entorno.** Dissertação Mestrado. Universidade Estadual de Feira de Santana. Bahia. 2013. 88p.

SIQUEIRA, G. W.; APRILE, F.; MIGUÉIS, A. M. Diagnóstico da qualidade da água do Rio Parauapebas (Pará – Brasil). **Acta Amazônica**,v. 42, n. 3, pp. 413-422. 2012.

TUNDISI, J. G. **Água no século XXI: Enfrentando a escassez.** Editora Rima. 247p. 2003.

Utilização da macrófita aquática *Ruppia maritima* para melhoria da água em lagoas costeiras eutrofizadas

Suema Branco, Andressa S. de Oliveira, Sandra M. F. O. Azevedo

Laboratório de Ecofisiologia e Ecotoxicologia de Cianobactérias, Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho, Universidade Federal de Rio de Janeiro (UFRJ).

RESUMO

Lagoas costeiras apresentam grande valor ecológico, social e econômico, contudo sofrem constantes processos de degradação. Um dos principais fatores que impactam a qualidade da água é a eutrofização artificial. Esta promove inúmeros efeitos negativos, como: aumento na biomassa fitoplanctônica, com potencial risco produção de ficotoxinas; redução na diversidade de espécies aquáticas; depleção da concentração de oxigênio dissolvido etc. Pesquisas têm sido realizadas para encontrar tecnologias de baixo custo e menos agressivas ao meio ambiente para minimizar ou evitar os efeitos da eutrofização. As plantas aquáticas têm se mostrado eficazes nesse sentido, pois atuam na remoção de nutrientes e podem diminuir de forma direta e/ou indireta a biomassa fitoplanctônica. Dentre as plantas aquáticas, *Ruppia marítima* (grama-do-mar) se destaca como uma espécie promissora para o tratamento de águas costeiras eutrofizadas. O presente estudo fez uma investigação preliminar sobre o efeito do extrato aquoso de *R. marítima* sobre duas espécies formadoras de florações nocivas: a cianobactéria *Microcystis aeruginosa* e o dinoflagelado *Prorocentrum cordatum*. Testou-se três diferentes concentrações do extrato aquoso e o crescimento foi avaliado com base na concentração de clorofila- α . Os resultados mostraram que o crescimento das duas espécies foi afetado negativamente pelo extrato aquoso de *R. marítima*, podendo chegar a uma redução de mais de 90% da biomassa de ambas as espécies. Este estudo revelou que o extrato de *R. marítima*, obtido através de um método simples e de baixo custo, poderia ser utilizado como medida preventiva ou mitigatória no controle de florações potencialmente nocivas.

Palavras-chave: Floração, Cianobactérias, Microalga, Alelopatia, Mitigação

INTRODUÇÃO

A deterioração da d'água é observada em todos em diversos corpos hídricos, desde continentais aos marinhos. As lagoas costeiras se destacam porque sofrem influências continentais e marinhas, e devido as suas características peculiares podem ser consideradas um dos ambientes aquáticos mais ameaçados. O principal fator que impacta a qualidade da água é a eutrofização artificial, caracterizada pelo aumento do nível de trofia dos corpos hídricos devido a ação antrópica (DODDS *et al.*, 2013). Uma das consequências mais conhecidas da eutrofização é a formação de florações nocivas, gerando problemas ecológicos, sociais e econômicos, podendo também afetar à saúde pública devido a produção de ficotoxinas (WURTSBAUGH *et al.*, 2019). Pesquisas vêm sendo realizadas para evitar ou minimizar os efeitos da eutrofização, como por exemplo o uso de plantas aquáticas para melhoria da qualidade de água (SONG *et al.*, 2019). A melhora na qualidade da água se dá especialmente pela diminuição da biomassa fitoplanctônica, onde diferentes fatores diretos e indiretos podem atuar de forma sinérgica (MULDERIJ *et al.*, 2007). Essas plantas são capazes de reduzir a ressuspensão de sedimentos, produzir sombreamento, fornecer abrigo para zooplâncton e peixes jovens, fornecer habitat para macroinvertebrados, reduzir os níveis de nutrientes e produzir substâncias alelopáticas (MULDERIJ *et al.*, 2007). Mais de 40 espécies de plantas aquáticas apresentam atividade alelopática sobre o fitoplâncton (KURASHOV *et al.*, 2021). Dentre estas, *Ruppia marítima* (grama-do-mar), uma fanerógama aquática submersa e enraizada, surge como uma das mais promissoras no tratamento da

água de ambientes costeiros. Esta planta cresce em uma ampla faixa de salinidade (variando 0,2‰ a 30‰) e apresenta uma extensa distribuição geográfica (KANTRUD, 1991), incluindo sistemas lagunares do Estado do Rio de Janeiro, como a Lagoa Rodrigo (MELLO & BOVE, 2020). Além disso, possui crescimento rápido e alta capacidade de assimilar nutrientes da coluna d'água (AHMADI *et al.*, 2017), podendo produzir elevada biomassa em sistemas eutrofizados, onde faz necessário um manejo adequado dessa biomassa excedente.

O presente trabalho mostra resultados prévios do estudo sobre o efeito do extrato aquoso de *R. marítima* em duas espécies formadoras de floração em sistemas costeiros, possibilitando uma maior compreensão dos serviços ecossistêmicos prestados por esta planta.

METODOLOGIA

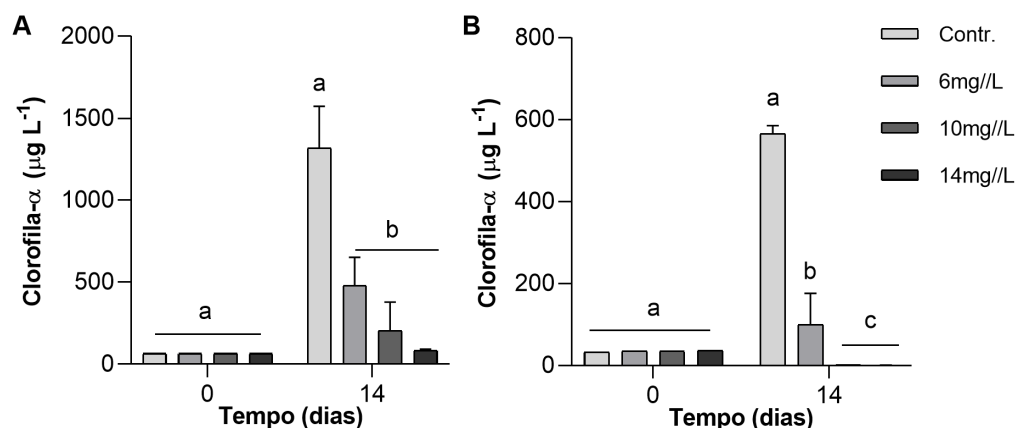
Espécimes de *R. marítima* foram coletadas na Lagoa Rodrigo de Freitas (RJ). A biomassa foi lavada e seca em estufa sob temperatura de $\sim 60^{\circ}\text{C}$, e em seguida foi macerada manualmente. O extrato aquoso bruto foi feito a partir de uma solução contendo 4g de planta em 1L de H₂O ultrapura (Mili-Q®). A solução foi filtrada em membrana com poro 0,45µm. Três concentrações de extrato, baseada na concentração total de fenóis, foram avaliadas: 6mgfenol total/L, 10mgfenol total/L e 14mgfenol total/L. Os valores da concentração total de fenóis foram obtidos pelo método adaptado de Folin-Ciocalteu (BOX, 1983). Foram testadas uma espécie de cianobactéria (*Microcystis aeruginosa*) e uma espécie de dinoflagelado (*Prorocentrum cordatum*), ambas comuns em sistemas lagunares costeiros e formadoras recorrentes florações nocivas. No controle negativo foi usado apenas as espécies com o meio de cultivo. Os tratamentos e controles foram mantidos à temperatura de $23 \pm 1^{\circ}\text{C}$, luminosidade ~ 70 µmol de fluxo de fótons m⁻² s⁻¹ e fotoperíodo de 12h. O crescimento foi estimado no 1º e 14º dia de experimentação através da concentração de clorofila- α (µg/L) por meio do fluorômetro PHYTO-PAM (Heinz Walz GmbH). Os resultados foram comparados usando análise de variância de medidas repetidas bifatorial (two-way RM ANOVA).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados obtidos mostraram que o extrato aquoso de *R. marítima*, obtido através de métodos simples e de baixo custo, apresenta uma ação inibitória sobre o crescimento de duas importantes espécies formadoras de florações nocivas em sistemas costeiros, *M. aeruginosa* e *P. cordatum* (Fig. 1).

O extrato promoveu uma redução da biomassa de *M. aeruginosa* variando de 63,4% a 93,5%, após 14 dias de inoculação. Não foi detectada diferença significativa entre as três concentrações de extrato testados em *M. aeruginosa* (Fig.1A). Resultados semelhantes de inibição de crescimento de cianobactérias foram reportados para extrato aquoso de outras plantas aquáticas (ZHAO *et al.*, 2012). Em *P. cordatum*, o extrato promoveu uma redução da biomassa de 82,3% a 99,9%, após 14 dias de inoculação. A inibição de crescimento promovida pelo tratamento com 6mg_{fenol total}/L de extrato foi significativamente menor quando comparado aos extratos de 10mg_{fenol total}/L e 14mg_{fenol total}/L, enquanto que estes dois últimos extratos não mostraram diferença significativa entre si (Fig.1B). Comparado as cianobactérias, há uma carência de estudos sobre o efeito de extrato aquoso de plantas aquáticas em dinoflagelados potencialmente nocivos. A maioria dos estudos são realizados com macroalgas, as quais apontam inibição de crescimento (GHARBIA *et al.*, 2017).

Figura 1: Variação da concentração de clorofila- α em *M. aeruginosa* (A) e *P. cordatum* (B) inoculadas com extrato de *R. maritima*. Letras diferentes = diferenças significativas ($p < 0,05$).



CONCLUSÃO

O extrato de *R. maritima* mostrou ser eficaz no controle de florações de *M. aeruginosa* e *P. cordatum*, contudo mais estudos serão conduzidos para testar o efeito deste extrato sobre outros organismos aquáticos. O presente estudo é pioneiro e visa gerar subsídios para o desenvolvimento soluções baseadas na natureza que promovam a melhoria da qualidade de águas em sistemas costeiros, transformando um passivo ambiental (biomassa excedente de *R. maritima*) em uma ferramenta para prevenção ou mitigação de florações potencialmente nocivas.

Agradecimentos: A Faperj e ao CNPq pelo apoio financeiro.

Referências Bibliográficas

- AHMADI, M.; SAKI, H.; TAKDASTAN, A.; DINARVAND, M.; JORFI, S.; RAMAVANDI, B. Advanced treatment of saline municipal wastewater by *Ruppia maritima*: A data set. *Data in brief*, 2017. 13, 545-549.
- GHARBIA, B.H., KEFI-DALY YAHIA, Z., HERVE, F. New insights on the species-specific allelopathic interactions between macrophytes and marine HAB dinoflagellates. *PLoS One*, 2017. 12 (11): e0187963
- BOX, J.D. Investigation of the Folin-Ciocalteu phenol reagent for the determination of polyphenolic substances in natural waters. *Water Research*, 1983. 17, 5, 511-525.
- DODDS W.K; PERKIN J.S; GERKEN JE. Human impact on freshwater ecosystem services: a global perspective. *Environ Sci Technol*. 2013. 47:9061–9068.
- KANTRUD, H. A. Wigeongrass (*Ruppia maritima* L.): a literature review. U.S. Fish Wildl. Serv., Fish Wildl. Res. 1991. 10. 58 pp.
- MELLO C., Y.; BOVE, C. P. Flora do Rio de Janeiro: Ruppiaceae. *Rodrig.*. 2020. 1-10.
- KURASHOV, E., KRYLOVA, J., & PROTOPOPOVA, E. The use of allelochemicals of aquatic macrophytes to suppress the development of cyanobacterial “Blooms”. *Plankton communities*. 2021. 31p.
- MULDERIJ, G.; VAN NES, E.H.; VAN DONK, E. Macrophyte-phytoplankton interactions: the relative

importance of allelopathy versus other factors. *Ecol. Mod.* 2007. 204, 85–92.

SONG, Y.; LIEW, J.H.; SIM, D.Z.; TAN, H. T.; YEO, D.C. Effects of macrophytes on lake-water quality across latitudes: a metaanalysis. *Oikos*, 2019. 128(4), 468-481.

WURTSBAUGH, W.A.; PAERL, H.W.; DODDS, W.K. Nutrients, eutrophication and harmful algal blooms in the freshwater to marine. *Wiley Inter.Rev.: Water*, 2019. 6, 1373.

ZHAO, J.G.; HE, F.F., HU, J.M.; LIN, F.P. Effect of culture and extract solutions of macrophytes on the growth of three common algae. *J. Fresh. Ecol.*, 2012. 27(3), 367-379.

VISITAS DE ESTUDANTES DO MUNICÍPIO DE SILVA JARDIM AO PARQUE ECOLÓGICO DO MICO-LEÃO-DOURADO, ALDEIA VELHA, SILVA JARDIM, RJ

Débora Alves Gonzaga da Silva Ballesteiro Pereira¹; Gabriela Figueiredo da Conceição², Thiago Ferreira de Albuquerque³; Nandia de Magalhães Xavier Menezes⁴; João Pedro Andrade Vieira Santos⁵; Luis Paulo Ferraz⁶

¹Engenheira Agrônoma e Diretora de Projetos, Orientação Técnica e Fiscalização da SEMMA Silva Jardim, RJ, e-mail: deb.gon99@gmail.com.

²Gestora Ambiental e Secretária Municipal de Meio Ambiente (SEMMA) de Silva Jardim, RJ, e-mail meioambientesj@gmail.com.

³Biólogo e Analista Ambiental da SEMMA Silva Jardim, RJ, e-mail: thiago.f.albuquerque@gmail.com.

⁴Bióloga e Coordenadora de Educação Ambiental da AMLD, e-mail nandia@micoleao.org.br.

⁵Bibliotecário e Pesquisador Proex UENF/AMLD, e-mail andradejoao@id.uff.br.

⁶Geógrafo e Secretário Executivo da AMLD, e-mail luispaulo@micoleao.org.br.

RESUMO

A Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SEMMA) do município de Silva Jardim, em parceria com a Associação Mico-Leão-Dourado (AMLD) organizou para os alunos da rede pública municipal visitas ao Parque Ecológico do Mico-Leão-Dourado (PEMLD), localizado no distrito de Aldeia Velha, município de Silva Jardim, RJ. Durante a visita foram tratados os temas “Biomass brasileiros, com ênfase no bioma da Mata Atlântica”, “Conceito de Bacias Hidrográficas”, “A história da criação do Parque Ecológico do Mico-Leão-Dourado”, “A importância da restauração da Mata Atlântica para a sobrevivência do mico-leão-dourado e demais animais nativos ameaçados ou não de extinção” e “Ameaças à sobrevivência dos micos”. As explicações aconteceram tanto na sala de exposições como durante o percurso de trilhas ecológicas. Procurou-se associar o conteúdo trabalhado pelos professores em sala de aula com a vivência prática no parque aprofundando o conhecimento e levando dinâmica ao ensino. Ao final da experiência, foi observado que os temas trabalhados despertaram nos estudantes uma visão crítica e integrada das questões ambientais do município e região.

Palavras-chave: Educação Ambiental, Mata Atlântica, corredor ecológico, AMLD.

INTRODUÇÃO

A prática da Educação Ambiental (EA) tem sido estimulada pelo Governo do Estado do Rio de Janeiro através dos incentivos do ICMS Ecológico (SEAS/INEA, 2020). Desde 2020, a EA tem sido avaliada como Instrumento do Programa Municipal de Educação Ambiental, inserido no Índice de Qualidade do Sistema Municipal de Meio Ambiente (IQSMMA), cujos valores de bonificação podem variar entre 0,5 a 1,0%.

Para que o município obtenha a bonificação são necessárias ações de EA de forma continuada, que devem ser regulamentadas por instrumentos legais como a criação de Lei que estabelece a Política Municipal de Educação Ambiental (PMEA) e a implantação do Programa Municipal de Educação Ambiental (PROMEA), com as diretrizes estabelecidas na forma de Decreto.

O município de Silva Jardim, localizado na baixada litorânea do estado do Rio de Janeiro, possui remanescentes florestais do bioma Mata Atlântica ainda preservados e também constitui habitat do mico-leão-dourado (*Leontopithecus rosalia* L.). Para incentivar a conservação da biodiversidade, a Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Silva Jardim (SEMMA) buscou fomentar atividades de

EA direcionadas aos alunos da rede pública municipal, em parceria com a Associação Mico-Leão-Dourado (AMLD).

A AMLD, desde 1992, em caráter científico, social e educacional, atua principalmente na conservação da Mata Atlântica no estado do Rio de Janeiro, executando serviços de restauração de florestas e na criação de corredores florestais que conectam fragmentos de mata que se encontram no meio de áreas desmatadas. Além disso, possui um dos mais antigos programas de EA do Brasil, voltado tanto para a sensibilização quanto à importância de se proteger o mico-leão-dourado e seu habitat. Atualmente o Parque Ecológico do Mico-Leão-Dourado (PEMLD) está em processo de se estabelecer como uma Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) junto ao governo Federal. O PEMLD pretende criar uma experiência que permita aos visitantes, especialmente os moradores do município, compreender e valorizar o patrimônio natural do seu território, a partir dos esforços de conservação do Mico-Leão-Dourado e da vivência na Mata Atlântica.

Assim, neste trabalho foi feito um relato de experiências vividas pelos alunos durante as atividades realizadas no Parque Ecológico do Mico-Leão-Dourado no período de setembro a novembro de 2023.

METODOLOGIA

Entre os meses de setembro e novembro de 2023, quatorze escolas da rede pública municipal do município de Silva Jardim participaram da visita ao Parque Ecológico Mico-Leão-Dourado, situado no distrito de Aldeia Velha, município de Silva Jardim, Rio de Janeiro (Figura 1).

Figura 1. Localização das quatorze escolas municipais de Silva Jardim que visitaram o Parque Ecológico do Mico-Leão-Dourado (PEMLD).



Fonte: Acervo AMLD (2024).

As visitas ocorreram na parte da manhã ou no período da tarde. O público-alvo foram os alunos do último ano do Ensino Fundamental I e II. Essa parceria atende aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU), em especial o item 17, referente às parcerias e meios de implementação, pois nessas atividades participaram as Secretarias Municipais de Meio Ambiente (SEMMA); de Educação, Ciência e Tecnologia (SEMECT); de Transporte (SEMTRAN) e ainda, a AMLD.

Ao chegar no PEMLD, os estudantes foram recebidos pela equipe de Coordenação de Educação Ambiental, responsável pela execução das atividades educativas e pedagógicas. Foram abordados os temas “Biomias brasileiros, com ênfase no bioma da Mata Atlântica”, “Conceito de Bacias Hidrográficas”, “A história da criação do Parque Ecológico do Mico-Leão-Dourado”, “A importância da restauração da Mata Atlântica para a sobrevivência do mico-leão-dourado e demais animais nativos ameaçados ou não de extinção” e “Ameaças à sobrevivência dos micos”. As atividades foram desenvolvidas em vários espaços do PEMLD: sala de exposições, Casa do Mico, gramado próximo ao mirante e caminhada nas trilhas ecológicas.

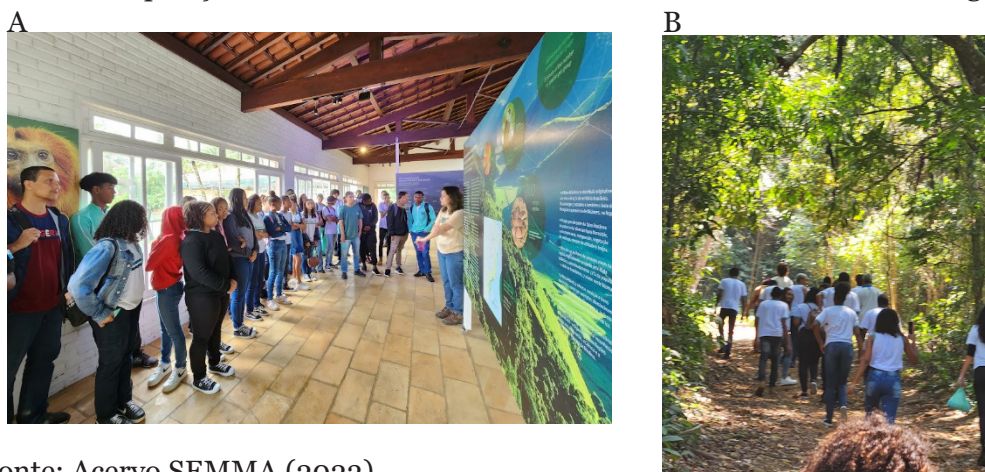
O objetivo foi associar o conteúdo trabalhado pelos professores em sala de aula com a vivência prática no parque ecológico, a partir de dinâmicas aplicadas conforme a faixa etária. Para os estudantes do 5º ano a abordagem foi feita de uma forma mais lúdica, com brincadeiras e visitas à Casa do Mico, além da caminhada na trilha das epífitas e do percurso do viaduto vegetado. Para os estudantes do 9º ano, foi feita uma explanação mais técnica, indicando nos quadros interativos os principais temas abordados durante a visita, além da caminhada nas trilhas das epífitas e do viaduto vegetado.

A avaliação do aprendizado foi feita de forma informal, a partir da participação dos alunos nas atividades realizadas, do interesse demonstrado, de perguntas norteadoras feitas durante as explanações, tanto nas palestras quanto durante o trajeto nas trilhas, assim como, nas dinâmicas de grupo (MENEZES et al, 2012; PALMIERI e MASSABNI, 2020).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O assunto “Biomias brasileiros, com ênfase no bioma da Mata Atlântica” foi abordado na sala de exposições e durante o percurso da trilha ecológica de acesso ao mirante do viaduto vegetado (Figuras 2A e 2B). A partir das respostas às perguntas da equipe de EA e da participação dos estudantes, acredita-se que com essa experiência os alunos tenham aprofundado seus conhecimentos sobre o tema.

Figura 2 – A - Apresentação do tema “Bioma brasileiros, com ênfase no bioma da Mata Atlântica na sala de exposições; **B** - Início da trilha de acesso ao mirante do viaduto vegetado.



Fonte: Acervo SEMMA (2023).

Foi realizada no gramado do mirante da administração uma dinâmica de grupo intitulada “Sacode a floresta” (MENEZES et al, 2012). Nessa dinâmica, é formado um grande círculo, onde cada estudante recebe uma etiqueta contendo o nome de uma espécie de árvore nativa da Mata Atlântica. Inicialmente o educador fica ao centro da roda. É cantada uma música, e quando é dita a frase “sacode a floresta”, todos têm que trocar de lugar e aquele que ficar por último, fica no meio da roda e comanda a brincadeira. Esta atividade permitiu aos alunos o conhecimento do nome popular de inúmeras espécies nativas da Mata Atlântica, mostrando a diversidade de flora que o Bioma possui (Figuras 3A e 3B).

Figura 3 – **A** - Dinâmica “Sacode a floresta” com os alunos da E.E.M. Durval Palmeira; **B**- Dinâmica “Sacode a floresta” com os alunos da C.E.P.M. Profª Vera Lúcia Pereira Coelho.



Fonte: Acervo SEMMA (2023).

O Conceito de Bacias Hidrográficas foi trabalhado na sala de exposições e ao chegar ao mirante do viaduto vegetado. Com essa atividade, buscou-se promover o maior entendimento sobre o significado dos termos “bacia hidrográfica” e “divisor de águas” apontando para a cadeia de montanhas ao fundo da paisagem, como limite da bacia (Figuras 4A e 4B).

Figura 4 – **A** - Localização via satélite da bacia hidrográfica do rio São João; **B** - Explicação da cadeia de montanhas como “limite da bacia” e “divisor de águas”.



Fonte: Acervo SEMMA (2023).

Os alunos foram provocados com perguntas a respeito dos corpos hídricos da região e recordaram o nome da bacia hidrográfica no qual o município de Silva Jardim está inserido, assim como o nome do principal rio da bacia (rio São João).

Os temas “A história da criação do Parque Ecológico Mico-Leão-Dourado”, “A importância da restauração da Mata Atlântica para a sobrevivência do mico-leão-dourado e demais animais nativos ameaçados ou não de extinção” e “Ameaças à sobrevivência dos micos” foram discutidos durante a apresentação dos painéis na sala de exposições, a caminhada pelas trilhas e a observação do ambiente da floresta, destacando-se a presença de serrapilheira, porte e diversidade da flora, avistamento de pássaros, de micos-leões-dourados e de diferentes sinais de fauna. Ao chegar ao mirante, foi possível mostrar aos alunos a formação de um corredor florestal, implantado pelos técnicos da AMLD e o viaduto que cruza a rodovia BR-101 totalmente vegetado, conectando fragmentos florestais que permitem a passagem de fauna de um lado a outro da rodovia (Figura 5). Em todas as atividades a equipe de EA interagiu com os estudantes por meio de perguntas aproveitando as respostas dadas para aprofundar os temas.

Durante algumas visitas, foi possível avistar indivíduos de micos-leões-dourados sobre a vegetação (Figura 6A). Esse avistamento permitiu aos alunos comprovar a presença da espécie na área da AMLD e entender a importância da conservação da floresta para a sobrevivência do mico. Na visita à Casa do Mico foi possível fornecer aos alunos conhecimento sobre os hábitos do mico de uma forma mais interativa. Aos alunos foi possível conhecer a forma de comunicação dos micos, que ocorre através de quatro vocalizações sinalizando vários tipos de comportamento, além de curiosidades sobre o peso dos micos, sua gestação de gêmeos (gemelar), seu comportamento monogâmico, as funções de cada indivíduo nas famílias entre outras que foram debatidas durante as visitas (Figura 6B e 6C). Outro debate interessante na Casa do Mico foi sobre a importância das conexões florestais realizadas pela AMLD, retratando de maneira lúdica para as crianças e adolescentes as formas de implantação dos corredores florestais, sejam em áreas de pastos ou através de estruturas por cima de estradas como o viaduto vegetado ou outras passagens de fauna (Figura 6D).

Figura 5 – Vista do mirante do viaduto vegetado que conecta fragmentos florestais de um lado a outro da rodovia BR 101.



Fonte: Acervo SEMMA (2023).

Figura 6. **A-** Micos-Leões-Dourados sobre a vegetação; **B –** A Casa do Mico; **C –** Simulação do peso dos micos; **D-** simulação dos corredores florestais.



Fonte: Acervo SEMMA (2023).

Durante a caminhada pela trilha, que alterna trechos de floresta madura com trechos restaurados nos últimos anos pela AMLD, foi possível perceber que os alunos reconheceram a diferença na paisagem, bem como sons diversos dentro da mata, que podem ser de um único animal ou de vários habitantes da floresta. Chegando ao mirante do viaduto vegetado, os alunos puderam observar a conexão dos fragmentos florestais, além de ter uma vista privilegiada da Reserva Biológica de Poço das Antas. A observação deste viaduto, sensibiliza os estudantes para o simbolismo “solução de conflitos entre o desenvolvimento econômico e a preservação da fauna”. Ele pode servir como um lembrete tangível de que ações conscientes podem resultar em um futuro sustentável para todos.

CONCLUSÕES

As visitas ao Parque Ecológico Mico-Leão-Dourado proporcionaram aos estudantes das escolas públicas de Silva Jardim, uma experiência educativa através da interação direta com o ambiente natural no Parque. Os alunos tiveram a oportunidade de conhecer as atividades de conservação desenvolvidas pela AMLD sendo levados a compreender a importância da conservação ambiental e da biodiversidade local. Na Casa do Mico, os estudantes foram imersos no mundo dos micos-leões-dourados, adquirindo informações sobre seus hábitos e sobre a necessidade de preservar seu habitat na Mata Atlântica. As trilhas ofereceram aos estudantes uma vivência prática dos esforços de reflorestamento e reconexão das áreas fragmentadas, essenciais para a sobrevivência das espécies da Mata Atlântica.

Esta parceria não apenas enriqueceu o conhecimento dos alunos sobre ecologia e conservação, mas também conta com a chance de inspirar e sensibilizar uma nova geração a valorizar e proteger o meio ambiente. É um exemplo claro de como a EA pode ser integrada de maneira eficaz ao currículo escolar, promovendo a conscientização e a responsabilidade ambiental desde cedo.

Referências Bibliográficas

MENEZES, N. M. X.; BOUCKORNI, A. L. F.; MATSUO, P. M. **Redescobrimdo a Mata Atlântica: caminhos e aprendizados de um programa de formação de professores.** Silva Jardim, RJ. Associação Mico-Leão-Dourado. 2012. 88p.

PALMIERI, M.L. B.; MASSABNI, V. G. **As contribuições das visitas em áreas protegidas para a educação escolar.** Ambiente & Sociedade. São Paulo. V. 23, 2020. Disponível em <https://www.scielo.br/j/asoc/a/XNzVqjQW4sLB3PZCNPMx7Sk/?lang=pt&format=pdf>.

SECRETARIA DE ESTADO DO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE (Rio de Janeiro); INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE (Rio de Janeiro). **Notas técnicas 2020: ICMS ecológico.** Rio de Janeiro, 2020. Disponível em <https://icmsecologicorj.com.br/leg/notas-tecnicas-ICMS-ECO-rio-de-janeiro.pdf>. Acesso em 25 mar.2024.

